ఎలా తెలుసుకున్నాం? -2

రోదసి

విజ్ఞాన ప్రచురణలు

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం?-2

రోదసి

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస్ చక్రవర్తి

విజ్ఞాన ప్రచురణలు

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out About OUTER SPACE? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 2

రోదసి

రచయిత	: ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం	: డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
మొదటి మూడు ముద్రణలు	: 2007, 2009, 2013
నాలుగవ ముద్రణ	: నవంబర్ 2017
ప్రతుల సంఖ్య	: 2000

వెల : రూ. 25/-

ISBN No. 978-81-904518-1-9

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

విజ్ఞాన ప్రచురణలు

ప్రజా సైన్స్ వేదిక

జి. మాల్యాద్రి, ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,

ఫోన్: 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12-13-439, వీధి నెం. 1,

తార్నాక, సికింద్రాబాద్ - 500 017.

ఫోను: 94907 46614

email: info@manchipustakam.in

website: www.manchipustakam.in

ముద్రణ :

చరిత ఇంప్రెషన్స్,

1-9-1126/బి, అజామాబాద్,

హైదరాబాద్-20. ఫోన్: 040-2767 8411

విషయ సూచిక

1.	ఎగరడం	. . .	5
2.	శూన్యం	. . .	12
3.	రాకెట్లు	. . .	19
4.	ద్రవ్య ఇంధనపు రాకెట్లు	. . .	25

1. ఎగరడం

భూమి మీద ఒక చోటి నుండి మరో చోటికి ప్రయాణించడానికి మనుషులు నడుస్తారు, పరుగెత్తుతారు, దుంకుతారు, గెంతుతారు, ఈదుతారు, పాకుతారు, డేకుతారు... గమనానికి వేయి విధానాలు. కాని ఈ విధానాలు అన్నిటిలోను ఇంచుమించు ఎల్లప్పుడు మనుషులు శరీరాలు నేలకు అంటుకునే ఉంటాయి. గాలిలోకి గెంతినప్పుడు కూడా కొద్ది క్షణాల సేపు మాత్రమే అలా గాలిలో ఉండి తిరిగి నేల మీదకి దిగుతాం.

కాని జంతువులన్నిటి విషయంలోను ఇలా జరగదు. పక్షులు, గబ్బిలాలు, ఈగలు, తూనీగలు, గాలిలో ఎగరగలవు. అవి రెక్కలు అల్లారుస్తూ గాలిలో స్థిరంగా నిలుస్తాయి. నేల మనకు ఎలా ఆధారంగా నిలుస్తుందో, గాలి వాటికి అలా ఆధారంగా నిలుస్తుంది.

ఎగరడంలో గొప్పస్వేచ్ఛ ఉంది. కొండలు, మిట్టలు ఎక్కనక్కర్లేదు, నదులకి ఎదురీద నక్కర్లేదు, బురదలో పొర్లనక్కర్లేదు. హద్దేలేని విశాల వాయు వీధులలో హాయిగా సంచరించవచ్చు. చేతులని రెక్కల్లా అల్లార్చి అలా గాలిలోకి ఎగిరిపోవాలన్న మధురమైన ఊహ మనందరి మనస్సుల్లోను ఎక్కడో తప్పక నక్కి ఉంటుంది.

వెనకటి రోజుల్లో కూడా ఎగరాలన్న ఆశ మనుషుల్లో బలంగా ఉండేది. ఎగరగలిగే మనుషుల గురించిన గాథలు ఎన్నో ఉన్నాయి. మంత్రం చెబితే చాలు గాల్లోకి చివ్వున లేచే తివాచీలు ఉండేవట! రెక్కల గుర్రమెక్కి రివ్వున ఆకాశంలోకి దూసుకుపోయే వీరులు ఉండేవారట!

ఎగరడం గురించి ఓ ప్రసిద్ధమైన కథని 2500 ఏళ్ల క్రితం గ్రీకులు చెప్పుకునే వారు. డేడలస్ అనే ప్రతిభాశాలి అయిన ఓ శాస్త్రవేత్త ఉండేవాడట. అతడి కొడుకు ఇకరస్‌ని క్రీట్‌కి దరిదాపుల్లోనే ఓ దీవి మీద నిర్బంధించారట. డేడలస్ వద్ద పడవ లేదు. కనుక ద్వీపం నుండి తప్పించుకోడానికి తన కోసం, తన కొడుకు కోసం చెక్క రెక్కలు నిర్మించాడు. చెక్కతో తేలికైన పంజరం లాంటిది నిర్మించాడు. దానికి మైనపు పూత పూసి అందులో పక్షి ఈకలని గుచ్చాడు. అలా రెక్కలు కట్టుకుని తన కొడుకు వద్ద వాలాడు. తండ్రీ కొడుకులు ఇద్దరూ రెక్కలు కట్టుకుని తప్పించుకున్నారు. అక్కణ్ణుంచి డేడలస్ 805 కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉన్న సిసిలీ నగరం చేరుకున్నాడు. కాని ఇకరస్ ఎగిరే ఉత్సాహంలో అలా పై పైకి ఎగురుతూ పోయాడు. అలా పైపైకి ఎగురుతూ సూర్యుణ్ణి సమీపించగా ఆ వేడికి మైనం కరిగిపోసాగింది. రెక్కలకి అంటించిన ఈకలు ఊడి నేలరాలసాగాయి. భూమి నుండి మరీ ఎత్తుకు ఎగరబోయిన ఇకరస్ భూమిని శాశ్వతంగా విడిచిపెట్టాడు.

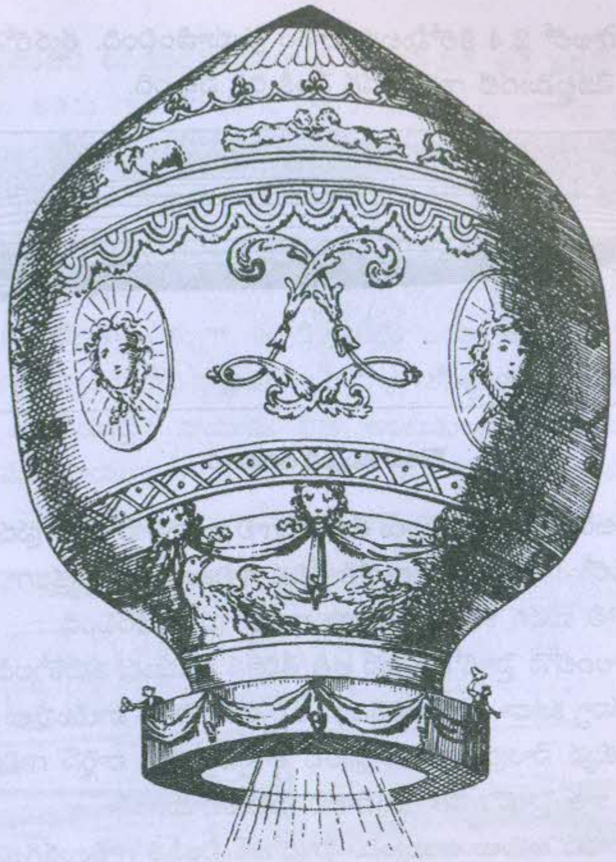
అయితే ఈ కథ నిస్సందేహంగా అసంభవం. కేవలం రెక్కల సహాయంతో ఎగరలేం. ఆ రెక్కలకి ఈకలు వున్నా కూడా సరిపోదు. ఆ రెక్కలని అల్లారుస్తూ శరీరాన్ని గాల్లోకి లేపగల కండపుష్టి ఉందా లేదా అన్నదే ప్రశ్న. జంతువు బరువు ఎక్కువ అవుతున్న కొద్దీ, దాన్ని పైకెత్తగల కండలబలం కూడా ఎక్కువై ఉండాలి.

మామూలుగా జంతువులకి ఉండే కండబలానికి 22కిలోలకి మించి బరువున్న జంతువు గాల్లో ఎగరలేదు.

రెక్కలు అల్లారుస్తూ ఏ మనిషీ గాల్లోకి ఎగరలేడు. ఇక గుర్రం అయితే ససేమిరా ఎగరలేదు.

అయితే బోలెడు పక్షులని ఓ రథం లాంటి వాహనానికి కట్టొచ్చు. ప్రతీ పక్షీ తన స్వంత బరువుతో పాటు మరికాస్త బరువు మోయగలదు. 1630లలో ఫ్రాన్సిస్ గాడ్విన్ అనే ఇంగ్లీష్ రచయిత 'మాన్ ఇన్ ద మూన్' ('చంద్రుడిపై మనిషి') అనే కథ రాశాడు. అందులో ఓ యాత్రికుడు బోలెడన్ని పెద్ద పెద్ద బాతులని ఓ రథానికి కడతాడు. ఆ బాతులు పైకి ఎగురుతూ రథాన్ని, అందులోని మనిషిని పైపైకి మోసుకుపోతూ చంద్రమండలానికి మోసుకుపోతాయి. కాని వాస్తవంలో పక్షులని రథానికి కట్టి ఎగరజూసిన వీరుడెవ్వడూ లేడు!

గాడ్విన్ తన పుస్తకం రాసిన 150 ఏళ్ల తరువాత మనిషి నేల విడిచి గాల్లోకి లేవగలిగే విద్య నేర్చాడు. అది మంత్ర తంత్రాలతోనో, రెక్కలు కట్టుకునో కాదు. గాల్లో తేలుతూ పైకి ఎగరగలిగాడు.

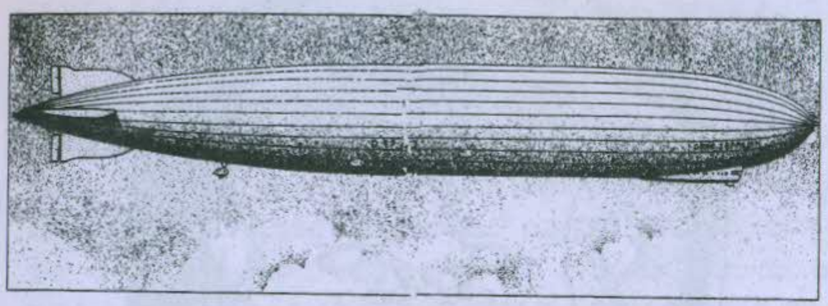


మాంట్‌గోల్ఫియర్ బుడగ, 1783

ఫ్రెంచ్ దేశస్థుడు జోసెఫ్ మాంట్‌గోల్ఫియర్, అతని తమ్ముడు ఎతియన్, ఓసారి మంటలోంచి పుట్టిన పొగ పైకిపోతూ దాంతో పాటు చిన్న తేలికైన వస్తువులని మోసుకుపోవడం గమనించారు. అంటే చల్లగాలి కన్నా వేడి గాలి తేలికైనది (తక్కువ సాంద్రత కలది) అన్నమాట. నీట్లో విడిచిన కర్ర పైకి తేలినట్టు, చల్ల గాలిలో వేడి గాలి పైకి కదులుతుంది అన్నమాట.

1783లో, జూన్ 5వ నాడు, ఆ అన్నదమ్ములు ఫ్రాన్స్‌లో తమ స్వగ్రామం అయిన ఆనోనేలో, బట్టతో చేసిన ఓ సంచిని వేడిగాలితో నింపారు. వేడిగాలి పైకి లేస్తూ దాంతో పాటు సంచినీ మోసుకుపోయింది. అలా ఆ వేడిగాలి నిండిన సంచి

10 నిముషాలలో 2.4 కిలోమీటర్ల దూరం ప్రయాణించింది. త్వరలోనే వేడిగాలి చల్లారి ఆ మొట్టమొదటి గాలి బుడగ నేలకి దిగి వచ్చింది.



కౌంట్ జెప్పెలిన్ డిరిజిబిల్

నవంబర్‌లో ఆ అన్నదమ్ములు తమ వేడిగాలి బుడగని పారిస్‌లో ప్రదర్శించారు. ఆ ప్రదర్శనలో 3 లక్షల జనం గాల్లోకి లేచిన గాలిబుడగని ప్రత్యక్షంగా చూశారు. ఈ సారి గాలి బుడగ 9.6 కిలోమీటర్లు గాలిలో ప్రయాణించింది.

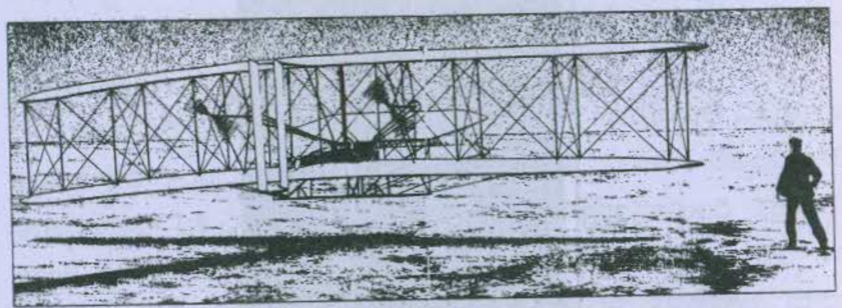
ఆ కాలంలోనే హైడ్రోజన్ అనే అతి తేలికైన వాయువు కనుక్కోబడింది. అది వేడి గాలి కన్నా కూడా చాలా తేలికైనది. అప్పటికి తెలిసిన వాయువులు అన్నిట్లోకి అది అతితక్కువ సాంద్రత కలది. ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త జాక్ చార్లెస్ గాలిబుడగలని వేడిగాలితో కాక హైడ్రోజన్‌తో నింపాలని సూచించాడు.

ఆ సూచన అమలు అయ్యింది. హైడ్రోజన్ నిండిన గాలిబుడగలు సంచుల లోను, గండోలాలలోను కూర్చున్న మనుషులని మోస్తూ గాల్లో ప్రయాణించాయి. పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు ఆరంభంలో ఎంతో మంది అలాంటి బుడగలలో ప్రయాణించారు. మొట్టమొదటిసారిగా మనుషులు కొన్ని కిలోమీటర్ల ఎత్తువరకు గాల్లోకి పోగలిగారు.

అయితే ఈ గాలిబుడగలు కేవలం గాలిలో కొట్టుకుపోగలవు అంతే. అలా కాకుండా దాని బుట్టలో ప్రొపెల్లర్‌ని నడిపించగలిగే ఓ యంత్రాన్ని అమరిస్తే? ఓడ ప్రొపెల్లర్ దానిని నీటి మీద ఎటు కావాలంటే అటు ఎలా తీసుకుపోతుందో అదే విధంగా ఈ ప్రొపెల్లర్ గాలిబుడగని కావలసిన దిశలో తీసుకుపోతుంది. అలా ప్రొపెల్లర్ చేత ప్రేరేపింపబడే గాలిబుడగని 'డిరిజిబిల్' (dirigible) అంటారు. అంటే ఒక ప్రత్యేక దిశ (direction)లో ప్రేరేపింప శక్యమైనది అని అర్థం.

మొట్టమొదటి డిరిజిబిల్‌ని ఫెర్డినాండ్ ద జెప్పెలిన్ అనే జర్మన్ దేశస్థుడు నిర్మించాడు. అతడు గాలిబుడగని ఓ బారైన, పొగ చుట్ట ఆకారం గల తేలిక లోహమైన అల్యూమినియంతో నిర్మించిన ఓ పై తొడుగులో అమర్చాడు. అటువంటి పొడవైన ఆకృతి గాలిని సులభంగా ఛేదించగలదు. 1900 జులై 2 నాడు మొట్ట మొదటి డిరిజిబిల్ గాల్లోకి లేచింది. మనుషులకి వాళ్లు కావలసిన దిశలో ప్రయాణించే అవకాశం ఏర్పడింది.

అప్పట్నుండి 40 ఏళ్ళుగా ఈ డిరిజిబిల్స్ ఇంకా ఇంకా పెద్దవవుతూ, మెరుగవుతూ వచ్చాయి. కాని వాటిలో నింపే హైడ్రోజన్ చాలా ప్రమాదకరమైనది. హైడ్రోజన్ జ్వలనీయమైన వాయువు. నిప్పు అంటుకుంటే పేలుతుంది. దానికి బదులుగా మరో వాయువు హీలియమ్ వాడొచ్చు. అది హైడ్రోజన్ అంత తేలికైనది కాదు గాని ఎప్పుడూ నిప్పు అంటుకోదు. అయినా ఈ డిరిజిబిల్స్ అంత వేగంగా

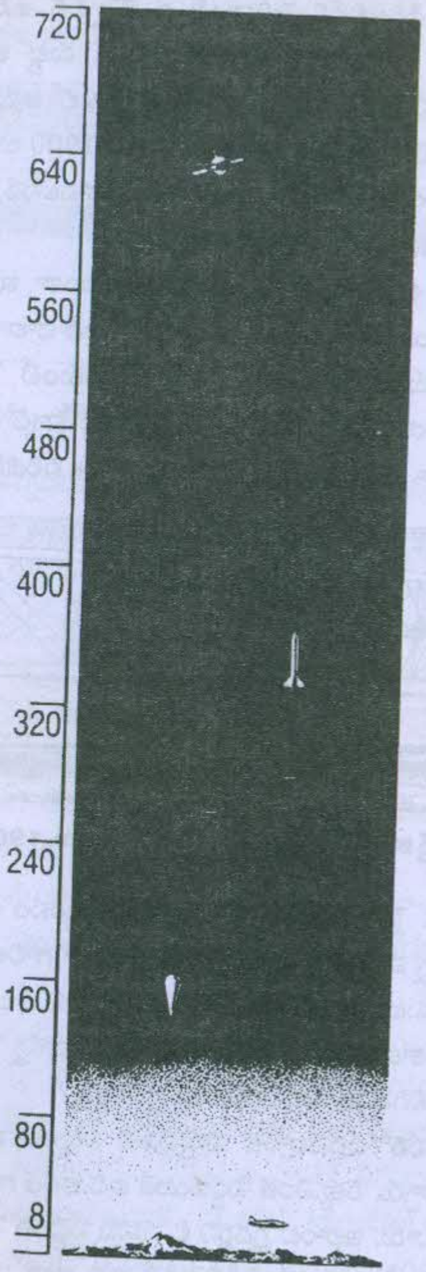


నార్త్ కారొలిన్, కిట్టీహాక్ వద్ద రైట్ సోదరులు, 1903

కదలగలిగేవి కావు. పైగా తుఫానుల్లో చిక్కుకుంటే ధ్వంసం అయిపోయేవి.

అయితే కొన్ని వస్తువులు సాంద్రమైనవే అయినా గాలిలో తేలగలుగుతాయి. ఉదాహరణకి గాలిపటం గాలి కన్నా సాంద్రమైనదే కాని తేలుతుంది. ఎందుకంటే దాని ఉపరితల వైశాల్యం ఎక్కువ. చిన్న గాలి కూడా దాన్ని పైకెత్తి పట్టుకోగలదు. మనిషిని మోయగలిగినంత పెద్ద గాలిపటాన్ని నిర్మిస్తే?

తేలికైన కలపతో పడవల్లాంటి వస్తువులని నిర్మించి వాటికి చెక్కతో చేసిన రెక్కల్లాంటి అమర్చారు. రెక్క ఎంత పెద్దదయితే అది అంత గాలిని పట్టుకుంటుంది. వీటిని గ్లైడర్స్ అంటారు. ఇలాంటి గ్లైడర్లని ఓ మనిషి పట్టేంత పెద్దవిగా నిర్మించొచ్చు. వీటిని కొంత ఎత్తు మీద నుండి విడిచిపెడితే అవి అలా గాలిలో కాసేపు తిరిగి,



భూమి వాతావరణం (8 కిలోమీటర్లు లేదా 5 మైళ్ళు)

తెమ్మెరల మీద తారాడి, మెల్లగా కిందకి దిగుతాయి. 1890లలో ఈ గ్లైడర్ల ప్రాముఖ్యత బాగా పెరిగింది.

మొట్టమొదటి గ్లైడర్లు కూడా గాలి బుడగల లాగానే గాలి ఎటు తీసుకుపోతే అటు పోయేవి. కాని వాన్ జెప్పెలెన్ గాలి బుడగ మీద ఓ ప్రొపెల్లర్‌ని అమర్చినట్టు ఈ గ్లైడర్‌కి కూడా ఓ ప్రొపెల్లర్ అమరిస్తే?

అమెరికాలో, ఒహియో రాష్ట్రంలో, డేటన్ నగరంలో ఆర్విల్ రైట్, విల్బర్ రైట్ అని ఇద్దరు అన్నదమ్ములు ఉండేవారు. వీళ్ళు సైకిళ్ళు తయారు చేసి అమ్మేవారు. వీళ్లు గ్లైడర్లకి తేలికైన మోటర్లు అమర్చి అమ్మేవారు.

1903, డిసెంబర్ 17నాడు అమెరికాలోని నార్త్ కారోలినా రాష్ట్రంలో కిట్టీహాక్ నగరంలో, యంత్రం తగిలించిన ఓ గ్లైడర్ సహాయంతో ఆర్విల్ రైట్ గాల్లోకి లేచాడు. అది మొట్టమొదటి ఏరోప్లేన్. అది గాల్లో కేవలం 2 నిముషాలే నిలిచింది. 260 మీటర్లు మాత్రమే ప్రయాణించింది. కాని ఓ అత్యంత ముఖ్యమైన విషయం సాధ్యం అని నిరూపించింది.

ఇంకా పెద్ద పరిమాణంలో, వేగాన్ని పెంచే పెద్ద పెద్ద యంత్రాలతో విమానాలు తయారుకాసాగాయి. విమానం ఎంత వేగంగా కదిలితే, విమానం రెక్కలని గాలి అంత బలంగా పైకి ఎత్తుతుంది. అంత బరువైన విమానాన్ని మోస్తుంది. 1908లో ఆర్విల్ రైట్ ఇంచుమించు గంటసేపు గాల్లో ఉన్నాడు. 1909లో ఓ విమానం ఇంగ్లీష్ చానెల్ దాటింది. మొదటి ప్రపంచ యుద్ధంలో విమానాలు కూడా పాల్గొన్నాయి. 1933లో అమెరికన్ వైమానికుడు చార్లెస్ లిండ్‌బర్గ్ ఒంటరిగా అట్లాంటిక్ మహాసముద్రం మీదుగా న్యూయార్క్ నుండి పారిస్‌కి చేరాడు. ఆ ప్రయాణం 33 గంటలు పట్టింది.

ఈ రోజుల్లో విమానాలు ఎంత పెద్దవి అయ్యాయంటే వందలాది ప్రయాణీకులని మోసుకుపోగలుగుతున్నాయి. కొన్ని విమానాలు గంటకి 1600కిలోమీటర్ల కంటే వేగంతో ప్రయాణించి అట్లాంటిక్ సముద్రాన్ని 3గంటలలో దాటుతున్నాయి.

విమానాల రంగప్రవేశంతో డిరిజిబిల్స్ పూర్తిగా తుడిచి పెట్టుకుపోయాయి. కాని మామూలు వేడిగాలి బుడగలని భూమికి ఎంతో ఎత్తున వాతావరణ పరిశోధన కోసం వాడుతున్నారు. కొన్ని బుడగలని సన్నని, తేలికైన ప్లాస్టిక్ పదార్థంతో తయారు చేస్తారు. ఇవి భూమికి 50 కిలోమీటర్ల ఎత్తుదాక కూడా పోగలుగుతాయి.

2. శూన్యం

ఆ విధంగా బుడగలు, విమానాలు మనుషులని గాల్లో కొన్ని కిలోమీటర్ల ఎత్తుకు తీసుకుపోగలుగుతున్నాయి కదా. మరి గాడ్విన్ కథలోలా ఇంకా ఇంకా పైకి వెళ్ళి చంద్రుణ్ణి ఎందుకు చేరుకోలేం?

చిక్కు ఏమిటంటే గాలి బుడగలు, మామూలు విమానాలు గాలి మీద ఆధారపడి పనిచేస్తాయి. బుడగలు గాలిలో తేలుతాయి. వేగంగా కదిలే విమానాలు గాలిచేతనే పైకెత్తబడతాయి. విమానాలకి గాలిలో ఆక్సిజన్ కావాలి. ఆ ఆక్సిజన్‌ని విమానంలో ఉండే ఇంధనంతో కలిపితే విమానంలో ఇంజెన్‌ని నడిపించడానికి కావలసిన శక్తి పుడుతుంది.

కనుక గాలి ఎంత ఎత్తు వరకు ఉంటుంది అన్న ప్రశ్న వస్తుంది.

ఆకాశంలో గాలి అలా చంద్రమండలం, తారామండలం వరకు విస్తరించి ఉంటుందని ప్రాచీనులు అనుకునేవారు. భూమి మీద అమెరికా నుండి యూరప్‌కి సముద్రాన్ని దాటినట్టే భూమి నుండి చంద్రుని వరకు విస్తరించి ఉన్న ఈ గాలి సముద్రాన్ని హాయిగా దాటొచ్చు అన్నట్టుగా ఎంతో మంది ఊహాగానాలు చేశారు, కమ్మని కథలు రాశారు.

గాడ్విన్ తన పుస్తకం రాసిన కొన్నేళ్లకి గాలి గురించి ఎన్నో కొత్త ఆవిష్కరణలు జరిగి గాలి పట్ల మన అవగాహనని సమూలంగా మార్చివేశాయి.

1643లో ఎవాంజలిస్టా టారిసెల్లీ అనే ఇటాలియన్ శాస్త్రవేత్త ఓ చక్కని ప్రయోగం చేశాడు. ఓ 120 సెంటీమీటర్ల పొడవుగల, ఒక పక్క మూసి ఉన్న

గాజు నాళాన్ని పాదరసంతో నింపాడు. తెరచి వున్న కొసకి మూతపెట్టి ఆ అంచు పాదరసం వున్న ఓ పాత్రలో మునిగేలా నాళాన్ని నిటారుగా నిలబెట్టాడు. అలా నిలిపాక నాళానికి అడుగున పెట్టిన మూత తీసేశాడు.

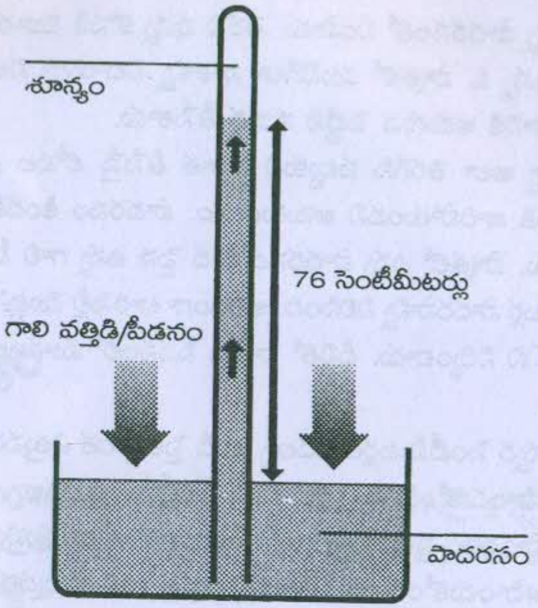
నాళాన్ని అలా తిరగేసి పట్టుకుని మూత తీసేస్తే లోపల ఉన్న పాదరసం అంతా కిందకి జారిపోతుందని అనుకుంటాం. పాదరసం కిందకి జారింది కాని పూర్తిగా కాదు. పాత్రలో ఉన్న పాదరసం మీద పైన ఉన్న గాలి పీడనం నాళంలో 76సెంటీమీటర్ల పాదరసాన్ని నిలిపింది. ఆవిధంగా టారిసెల్లీ మొట్టమొదటి భారమితి (బారోమీటర్)ని నిర్మించాడు. దీనితో వాయు పీడనంలో మార్పులని కొలవడానికి వీలయ్యింది.

రెండున్నర సెంటీమీటర్లల వెడల్పు ఉండి పైకి కొంత ఎత్తువరకు సాగే వాయు స్తంభాన్ని ఊహించుకోండి. మరి రెండున్నర సెంటీమీటర్ల వెడల్పు, 76సెంటీమీటర్ల ఎత్తు ఉన్న పాదరసం స్తంభాన్ని మోయగలగాలంటే ఆ వాయుస్తంభం ఎంత ఎత్తు ఉండాలో ఊహించుకోండి. పాదరసం సాంద్రత గాలి సాంద్రత కన్నా 10,500 రెట్లు ఎక్కువ. అంటే గాలి స్తంభం ఎత్తు పాదరసం స్తంభం కన్నా 10,500కిలోమీటర్లు అయ్యుంటుంది.

నిజానికి వాతావరణపు ఎత్తు అంతకన్నా ఎక్కువే ఉంటుంది. వాతావరణంలో కింద పొరల, అంటే భూమి ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉండే పొరల మీద పై పొరల ఒత్తిడి బలంగా ఉంటుంది. అంటే పై పొరలలో గాలి కన్నా కింది పొరలలో గాలి సాంద్రత ఎక్కువగా ఉంటుంది.

కనుక పైకి పోతున్న కొద్దీ గాలి సాంద్రత తగ్గుతూ ఉంటుంది. సాంద్రత తగ్గడం అంటే అదే గాలి మరింత ఎక్కువ ఘనపరిమాణాన్ని ఆక్రమిస్తోంది అన్న మాట. అంటే భూమి ఉపరితలం మీద ఇంచుమించు 16కిలోమీటర్ల వరకు వాతావరణం విస్తరించి ఉంటుంది అన్నమాట.

గాలి పలచన అవుతున్న కొద్దీ దాని ఉపయోగం తగ్గుతూ ఉంటుంది. 10 కిలోమీటర్ల ఎత్తులో గాలి పలచన అయ్యి ఊపిరి తీసుకోవడం కూడా కష్టం అవుతుంది. ఇక 50 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకు పోతే బుడుగ తేలదు, విమానం నిలవదు. అలాగే 160 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి పోతే గాలి ఎంత పలచన అవుతుందంటే దాని ఉనికిని గుర్తించడం కూడాకష్టం.



టారిసెల్లీ భారమితి

కాని చంద్రుణ్ణి చేరుకోవాలంటే 160కిలోమీటర్లు అసలు ఒక దూరమే కాదు. చంద్రగ్రహం భూమి నుండి 195,000 మైళ్ళ దూరంలో ఉంది. అంటే అంత దూరమూ గాలే లేదన్నమాట. గాలిలేని అలాంటి ఖాళీ ప్రాంతాన్నే శూన్యం (vacuum) అన్నారు.

విశ్వంలో ప్రతీ చోటా ఈ శూన్యం ఉంటుంది. గ్రహాల దరిదాపుల్లో గాలి దొరుకుతుంది. కొన్నిసార్లు అదికూడా ఉండదు. ఉదాహరణకి చంద్రుడి మీద గాలి ఉండదు. చంద్రుడి ఉపరితలం చుట్టూ శూన్యమే ఉంటుంది.

కనుక మన వాతావరణానికి అవతల ఈ శూన్యం లేదా వ్యోమం (outer space) ఉంటుందని అనుకోవచ్చు. ఈ వ్యోమాన్ని కనుక్కున్న మొట్టమొదటి వ్యక్తి టారిసెల్లీ అని చెప్పుకోవచ్చు. వాయుమండలం భూమి నుండి విశ్వం అంచుల వరకు విస్తరించి లేదని అది భూమి దరిదాపుల్లో మాత్రమే ఉందని మొట్టమొదట కనుక్కున్నది ఇతడే.

అంటే గాడ్విన్ కథలో కథానాయకుడిలా ఎవరూ చంద్రుడి వరకు ఎగరలేరన్న మాట. పెద్ద పెద్ద బాతులు రథాన్ని లాగగలిగినా అవి శూన్యంలో ఎగరలేవు. అవి

శూన్యంలో గాలి కూడా పీల్చలేవు. మనుషులు కూడా పీల్చలేరు. శూన్యంలో గాలిబుడగలు తేలవు, విమానాలు ఎగరలేవు.

బుడగలలో, డిరిజిబిల్స్‌లో, గ్లైడర్లలో, విమానాల్లో మనిషి ఎగరడం నేర్చుకున్నాక కూడా భూమి నుండి కొద్ది కిలోమీటర్ల కన్నా ఎత్తుకి ఎగరలేకపోయాడు.

మరి చంద్రుణ్ణి చేరుకునేదెలా? శూన్యంలోంచి ప్రయాణించగలిగేది ఏదైనా ఉందా?

ఒక సులభమైన మార్గం విసరడం. బంతిని గాల్లో విసిరినప్పుడు మీ కండలు ఆపాదించిన వేగానికి అది పైకి ఎగురుతుంది. ఆ కదలికకి గాలితో సంబంధం లేదు. నిజానికి గాలి ఆ బంతి కదలికని నిరోధిస్తూ శూన్యంలో బంతి కదిలేదాని కన్నా నెమ్మదిగా కదిలేట్టు చేస్తుంది.

అయితే అలా విసిరిన బంతి ఎంతో దూరం పోదు. గురుత్వాకర్షణ దాన్ని కిందకి లాగుతూ వేగాన్ని మందగింప చేస్తుంది. కాసేపయ్యాక వేగం పూర్తిగా సున్నా అవుతుంది. ఒక్క క్షణం అలా బంతి గాల్లో స్తంభించాక కింద పడడం ఆరంభిస్తుంది.

బంతిని ఎంత గట్టిగా విసిరితే మొదట్లో బంతి వేగం అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. వేగం ఎంత ఎక్కువగా ఉంటే గురుత్వాకర్షణకి బంతి వేగాన్ని మందగించబడడానికి, బంతి కిందకి పడనారంభించడానికి అంతసేపు పడుతుంది.

బంతిని అలా ఇంకా ఇంకా గట్టిగా విసురుతుంటే అది ఇంకా ఇంకా పైపైకి పోయి తిరిగి కింద పడుతుంది. కాని ఎంత గట్టిగా విసిరినా అది చివరికి భూమి మీదకి పడాల్సిందేనా? ఆరంభంలో వేగం ఎంత ఎక్కువ ఉన్నా తిరిగి అది కిందకి వస్తుందా?

భూమి ఉపరితలంలో గురుత్వాకర్షణ ఎంత బలంగా ఉందో, ఎత్తుల్లో కూడా అంతే బలంగా ఉంటే మీరు ఎంత బలంగా విసిరినా బంతి తిరిగి ఎప్పుడో అప్పుడు కింద పడవలసిందే. కాని భూమి నుండి దూరం అవుతున్న కొద్దీ గురుత్వాకర్షణ బలహీనం అవుతూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకి భూమి నుండి 2,500 కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉపరితలంలో వున్న గురుత్వాకర్షణకి సగం బలమే ఉంటుంది.

కనుక బంతిని ఎంత గట్టిగా విసరాలంటే బంతి వేగం సగం అయ్యే సరికి అది 2,500 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి పోయుండాలి. బంతి వేగం సగం అయినా గురుత్వ శక్తి కూడా సగం అయ్యింది కనుక బంతి వేగం మరీ అంత వేగంగా తగ్గడం

లేదన్నమాట. బంతి వేగం క్రమంగా తగ్గుతూ ఉన్నా గురుత్వ శక్తి కూడ తగ్గుతూ వస్తుంటుంది.

అటువంటి పరిస్థితుల్లో బంతి అలా పైపైకి పోతూనే వుంటుంది. ఇక భూమికి తిరిగి రాదు. ఏ ఆరంభవేగంతో విసిరితే బంతి భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణకి అందకుండా భూమిని విడిచి పోతుందో ఆ వేగాన్ని 'పలాయన వేగం' (escape velocity) అంటారు.

భూమి మీద పలాయన వేగం సెకనుకి 11.2కిలోమీటర్లు అంటే గంటకి 40,555 కిలోమీటర్లు. అంటే ఏ వస్తువునైనా సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్ల వేగంతో విసిరితే అది మళ్లీ భూమికి తిరగి రాదు. ఏదైనా అడ్డుపడేంత వరకు అదలా పోతూనే వుంటుంది. సరైన దిశలో విసిరితే అది చంద్రుణ్ణి చేరుకునేంత వరకు అలా పోతూనే వుంటుంది.

కనుక చంద్రుణ్ణి చేరాలంటే సులభమైన మార్గం ఇదీ - ఎవరినైనా గట్టిగా విసరమని అడగడం!

కాని ముఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్ల వేగంతో ఎవరూ బంతిని విసరలేరు. కాని మనిషి కండల కన్నా శక్తివంతమైన సాధనాలు ఉన్నాయి.

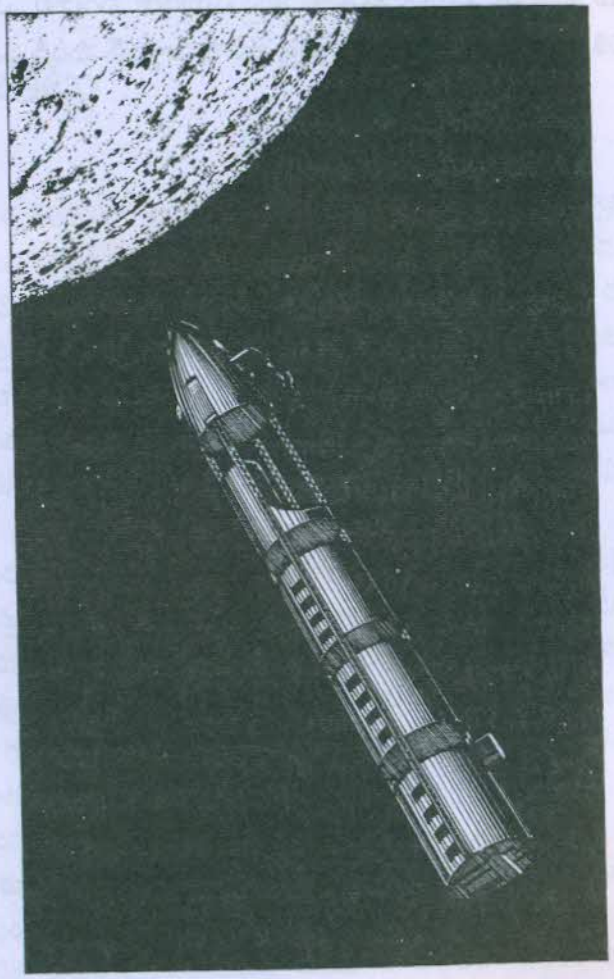
ఉదాహరణకి ఫిరంగిలో దట్టించే మందు పాతర ఫిరంగిలోని గుండుని ఏ మనిషీ విసరలేనంత వేగంతో విసరగలదు. మరైతే ఓ వ్యోమనౌకలో మనుషుల్ని పెట్టి దాన్ని చంద్రుని వద్దకు చేరేలా విసరగలమా?

1865లో జూల్స్ వెర్న్ అనే ఫ్రెంచ్ కాల్పనికి విజ్ఞాన (science fiction) రచయిత 'భూమి నుండి చంద్రుడి వద్దకు' (From the earth to the moon) అనే నవల రాశాడు. అందులో కొంతమంది వ్యక్తులని ఓ పెద్ద ఫిరంగితో చంద్రుడి దిక్కుగా విసిరేసినట్టు వర్ణించాడు.

వినడానికి బాగానే ఉంది. కాని ఇందులో ఓ తిరకాసు ఉంది. కాస్త ప్రమాదకరమైన తిరకాసు.

ఉదాహరణకి ఫిరంగి అడుగున వ్యోమనౌక చలనం లేకుండా ఉందనుకుందాం. కింద మందుపాతర పేలగానే నౌక ఫిరంగి అవతలి కొస నుండి సెకనుకి కనీసం 11.2 కిలోమీటర్ల వేగంతో బయటికి వస్తుంది. అంటే ఫిరంగి నోటిని చేరుకునేటంత వ్యవధిలో నౌక సున్నా వేగం నుండి సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్ల వేగానికి వస్తుందన్నమాట. ఇలా వేగం పెరగడాన్నే త్వరణం (accelaration) అంటారు.

నౌక అలా వేగంగా కదులుతూ ఉంటే, త్వరితం అవుతూ ఉంటే, ఆ నౌక అందులో ఉన్న మిమ్మల్ని కూడా వేగంగా పైకి తోస్తుంది. గట్టిగా సీటుకి, లేదా నేలకి ఎవరో అదిమినట్టు లోపల కూర్చున్న మీకు ఉంటుంది. ఈ అనుభవం కారులో ప్రయాణిస్తు న్నప్పుడు కూడా కలుగుతుంది. కారు ఉన్నట్లుండి ముందుకి కదిలితే సీట్లో వెనక్కు అదిమినట్టు మనకు అనిపిస్తుంది.



'భూమి నుండి చంద్రుని వద్దకు' అన్న వెర్న్ పుస్తకంలోని బొమ్మ

త్వరణం ఎంత ఎక్కువగా ఉంటే సీట్లో అంత గట్టిగా అదిమినట్టు అవుతుంది. నిశ్చల స్థితి నుండి కొద్దిసేపట్లో సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్ల వేగానికి త్వరణం చెందితే ఆ ఒత్తిడికి దేహం నుజ్జు నుజ్జు అవుతుంది.

కనుక జూల్స్ వెర్న్ వర్ణించినట్టుగా ఫిరంగి చేత విసరబడి ఉంటే, ఆనౌకలో ప్రయాణించిన వారంతా మరణించేవారే. కాని మరి అంత వేగం ఉంటే గాని చందమామ అందదు. వేగాన్ని పెంచాలి కాని నెమ్మదిగా పెంచాలి. ఎలా?

దానికి సమాధానం బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త ఐసాక్ న్యూటన్ నుండి వచ్చింది.

3. రాకెట్లు

క్రీ.శ.1687లో రాసిన ఓ పుస్తకంలో న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ ఎలా పనిచేస్తుందో వర్ణించాడు. ఆ పుస్తకంలోనే అతడు తన 'మూడు చలన సూత్రాల'ని వర్ణించాడు. వాటిలో మూడవ సూత్రం ఇలా ఉంటుంది- "ప్రతీ చర్యకి దానికి సమానమైన, దానికి వ్యతిరేక దిశలో పనిచేసే ప్రతిచర్య ఒకటి వుంటుంది".

ఉదాహరణకి మీరు నునుపైన ఐసు గడ్డమీద వున్న ఓ పెద్ద అల్యూమినియం పళ్లెం మీద కూర్చుని ఉన్నారనుకుందాం. ఆ పళ్ళెంలో పెద్ద పెద్ద ఇనుప గోళాలు ఉన్నా యనుకుందాం. మీరు వాటిలో ఓ బంతిని ఓ ప్రత్యేక దిశలో విసిరారు. ఇది 'చర్య'.

మీరు బంతి విసరగానే ఆ విసిరిన దిశకి వ్యతిరేక దిశలో పళ్లెం కదలడం ఆరంభిస్తుంది. ఇది 'ప్రతిచర్య'. అయితే బంతి కదిలినంత వేగంగా పళ్లెం కదలదనుకోండి. ఎందుకంటే గోళం బరువు పళ్లెం బరువు కన్నా చాలా తక్కువ. కాని పళ్లెం బరువుని దాని వేగంతో గుణించిన విలువ గోళం బరువుని దాని వేగంతో గుణించిన విలువతో సమానం అవుతుంది. అంటే చర్యకి ప్రతిచర్య సమానం అన్నమాట.

మీరు అలాగే మరో బంతి విసిరితే ఆ తాపుకి పళ్ళెం వేగం మరి కొంచెం పెరుగుతుంది. మీరు అలాగే వరసగా బంతులు విసురుతూ పోతే పళ్లెం క్రమంగా వేగం పుంజుకుంటూ, తగినంత పెద్ద పళ్లెం ఉందనుకుంటే కొంతసేపటికి సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్ల వేగానికి చేరుకోగలదు. ఈ పద్ధతిలో అయితే త్వరణం చాలా మెల్లగా క్రమంగా జరుగుతుంది. ప్రమాదం ఉండదు.

ఈ ప్రక్రియలో గాలితో ప్రమేయం లేదు. అసలు గాలి లేకపోతే మరీ మంచిది. పళ్ళెం ఇంకా వేగంగా కదులుతుంది. ఆ పళ్ళెమే రోదసిలో ఉంటే, చుట్టూ వట్టి శూన్యమే ఉంటే ఈ చర్య-ప్రతిచర్య పద్ధతి భూమి మీద కన్నా ఇంకా బాగా పనిచేస్తుంది.

క్రీ.శ.1891లో హర్మన్ గన్స్వింట్ అనే జర్మను శాస్త్రవేత్త ఓ వ్యోమనౌక ఫిరంగిలో ఇనుప బంతులు విసురుతూ ముందుకి కదలగలదని సూచించాడు. ఈ పద్ధతిలో త్వరణం చాలా మెల్లగా జరుగుతుంది కనుక నౌకలో ఎవరికీ ప్రాణ భయం ఉండదు.

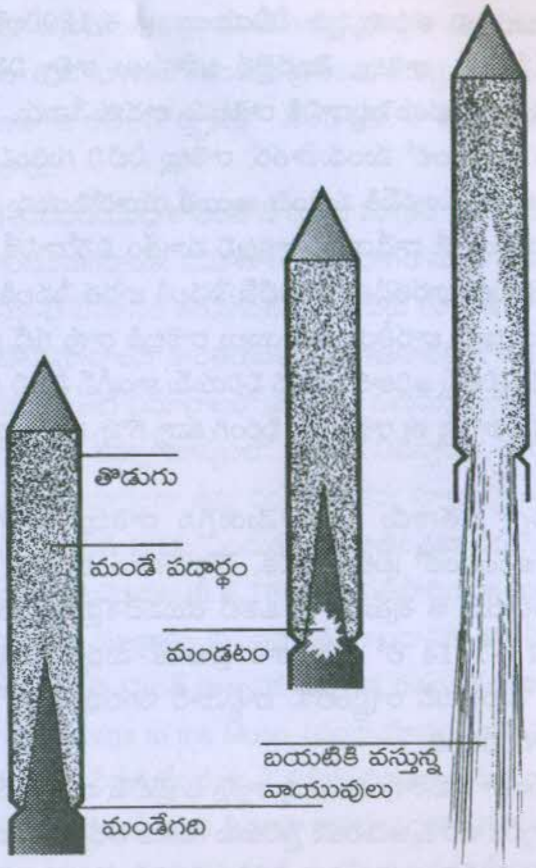
ఈ విధంగా ఫిరంగి గుళ్ళని పేల్చే పద్ధతి జూల్స్ వెర్న్ ఊహించిన పద్ధతి కన్నా మేలైనది. కాని ఈ పద్ధతి ముందే రోదసిలోకి ప్రవేశించిన నౌక విషయంలో బాగా పనిచేస్తుంది. కాని భూమి మీద ఉన్న వ్యోమనౌకని రోదసిలోకి తీసుకు వెళ్లడానికి గన్స్వింట్ పద్ధతి అంత సముచితం కాదు.

భూమి మీద ఉన్న వ్యోమనౌక నుండి ఫిరంగి గుండు కిందకి పేల్చినప్పుడు నౌక కొద్దిగా పైకి కదిలినా గురుత్వం దీన్ని తిరగి కిందకి లాగుతుంది. కనుక నౌక వేగం తగ్గేలోపలే తిరగి రెండవ గుండు పేల్చాలి. కనుక ఫిరంగి గుళ్లని ఎంత వేగంగా వెంట వెంటనే పేల్చాలంటే మామూలు ఫిరంగితో అది వీలుపడదు.

అసలు గుళ్ళని పేల్చకుండా ఓ స్థిరమైన ధారగా ఒక దిశలో ఏదైనా పదార్థాన్ని విసిరితే అప్పుడు నౌక అందుకు వ్యతిరేక దిశలో మెల్లగా, స్థిరమైన త్వరణంతో కదులుతుంది.

అయితే సరైన పద్ధతి ఏమిటో గన్స్వింట్ కాలంలోనే కాక, అంతకు ముందు జూల్స్ వెర్న్ కాలంలో, దానికి ఇంకా శతాబ్దాల క్రితం కూడా మనుషులకి తెలుసు. ఆ సరైన పద్ధతి ఓ రాకెట్‌ని వినియోగించడం.

ఉదాహరణకి అట్టతో ఓ గొట్టాన్ని తయారుచేసి దాని ఒక కొస పూడ్చారను కోండి. ఇప్పుడు అందులోకి మందుపాతర దట్టించి, రెండో కొసని కూడా కాస్త సందు ఉంచి మూసి, ఆ సందులోకి ఓ వత్తిని పోనివ్వాలి. అంటే వత్తి వైపు ఒకవైపు మందుపాతర లోపలికి వుండాలి, రెండొ వైపు బయటికి మనం నిప్పు అంటించడానికి వీలుగా ఉండాలి. ఈ గొట్టానికి ఓ పొడవైన పుల్ల కడితే, అది ఎగురుతున్నప్పుడు స్థిరమైన దిశలో ఎగిరేలా చూస్తుంది. ఇలాంటి రాకెట్లనే మనం బాణాసంచాలో కాలుస్తాం.



ఇప్పుడు వత్తికి నిప్పు అంటిస్తే వత్తి మండుతూ క్రమంగా లోపల ఉన్న మందు పాతరకి నిప్పు అంటుతుంది. అప్పుడు అది వేగంగా మండుతూ పెద్ద మోతాదులో వాయువులని ఎగజిమ్ముతుంది. గొట్టంలో మందుగుండు మరీ బలంగా దట్టిస్తే వాయువులు వేగంగా వ్యాపించి పెద్ద పేలుడు సంభవిస్తుంది. కాని గొట్టానికి ఒకపక్క కాస్త సందు ఉంది కనుక వాయువులు అందులోంచి స్ స్ స్ మన్న శబ్దంతో వేగంగా వెలువడతాయి. ఆ ధాటికి రాకెట్ వ్యతిరేక దిశలో కదులుతుంది. ఆ విధంగా వాయువు వస్తున్నంత సేపు రాకెట్ పెరుగుతున్న వేగంతో అలా కదులుతూనే ఉంటుంది. మందుపాతర అంతా హరించుకుపోయే సరికి దాని వేగం గరిష్టస్థాయికి వస్తుంది. క్రమేపీ అది వేగం తగ్గి నేల రాలిపోతుంది.

తుపాకి మందుని కనుక్కున్నది చీనీయులు. క్రీ.శ.1200లకే చీనీయులు బాణాసంచా చేసేవారు. రాకెట్లు, మొదలైన టపాసులు కాల్చి వినోదించేవారు. యుద్ధంలో శత్రువులని భయపెట్టడానికి రాకెట్లను వాడుకునేవారు.

క్రీ.శ.1200 కాలంలో మందుపాతర, రాకెట్లు వీటిని గురించిన పరిజ్ఞానం పాశ్చాత్యంగా అంటే యూరప్‌కి మళ్లింది. అయితే యూరోపియన్లు సామాన్యంగా గన్‌పౌడర్‌ని ఫిరంగులలో వాడేవారు. రాకెట్లని మాత్రం వినోదానికే వాడేవారు.

క్రీ.శ.1780లలో భారతదేశంలో బ్రిటిష్ సేనలకి భారత సేనలకి మధ్య ఘర్షణ జరిగింది. ఆ ఘర్షణలో భారతీయ సిపాయిలు రాకెట్లకి రాళ్లు కట్టి బ్రిటిష్ సేనల మీదకి విసిరేవారు. బ్రిటిష్ అధికారి అయిన విలియమ్ కాంగ్రీవ్ వీటిని గమనించాడు. సరిగ్గా నిర్మించి ప్రయోగిస్తే ఈ రాకెట్ల వల్ల ఫిరంగి కన్నా గొప్ప నష్టమే వాటిల్లుతుందని గుర్తించాడు.

అదేవిధంగా అతగాడు ఇంకా మెరుగైన రాకెట్లు రూపొందించాడు. క్రీ.శ.1800ల ఆరంభంలో బ్రిటిష్ సైనిక, నౌకాదళాలు ఈ రాకెట్లని శత్రువుల మీద ప్రయోగించాయి. ఆ శత్రుదేశాల్లో ఒకటి యువదేశమైన అమెరికా.

క్రీ.శ.1812-1814 లో అమెరికాకి బ్రిటన్‌కి మధ్య యుద్ధం జరిగింది. క్రీ.శ.1814లో మేరీలాండ్ రాష్ట్రంలోని బాల్టీమోర్ నగరపు రేవులో ఫోర్ట్ మకిన్లీ మీద బ్రిటన్ దాడి చేసింది.

దాడి రేయంతా కొనసాగింది. ఆ దృశ్యాన్ని ఓ బ్రిటిష్ నావ మీద నిర్బంధితుడై ఉన్న ఫ్రాన్సిస్ స్కాట్‌కీ అనే ఓ అమెరికన్ సైనికుడు (ఇతడు అదే ఓడ మీద నిర్బంధితుడై ఉన్న మరో అమెరికన్‌ని రహస్యంగా విడిపించడానికి వచ్చినవాడు) చూశాడు. మర్నాడు తెల్లారేసరికి అతడికి అమెరికన్ జెండా ఇంకా కోట మీద ఎగురుతూ కనిపించింది. దాడి విఫలమయ్యిందని అర్థమయ్యింది. ఆ సంతోషంలో "The Star-spangled Banner" (తారలు అద్దిన జెండా) అనే కవిత రాశాడు. ఆ కవితే తదనంతరం అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాలకి జాతీయ గీతం అయ్యింది. ఆ గీతంలో మొదటి చరణంలో అతడు ఒక చోట ఇలా వర్ణిస్తాడు - "రాకెట్ల ఎర్రని కాంతి, గాలిలో బాంబుల విస్ఫోటం".

కాని అలా రాకెట్ల వినియోగం ఎంతో కాలం సాగలేదు. ఫిరంగులు నిర్మించే పద్ధతులు మెరుగు అవుతూ వచ్చాయి. ఈ కొత్త ఫిరంగిలు మునుపటి కన్నా బరువైన ఫిరంగి గుళ్ళని ఇంకా వేగంగా విసరగలుగుతున్నాయి.

అలాగని అసలు రాకెట్ల వినియోగం పూర్తిగా ఆగిపోయిందని కాదు. క్రీ.శ.1940ల తొలి భాగంలో రెండవ ప్రపంచ యుద్ధంలో మరోసారి రాకెట్లని వాడారు. బజూకాలనే గొట్టాలలో సంధించి రాకెట్లని ట్యాంకుల మీద ప్రయోగించేవారు.

రెండవ ప్రపంచయుద్ధ కాలంలోనే రాకెట్ సూత్రం మీద పనిచేసే విమానాలు కూడా రూపొందించబడ్డాయి. విమానాల వెనుకభాగం నుండి వేడివాయువుల ధార బయటికి వస్తుంటే విమానం శరవేగంతో ముందుకు దూసుకుపోయేది. 1952లో అలాంటి జెట్ విమానాలని శాంతియుత ప్రయోజనాలకి వాడడం మొదలెట్టారు. ఇప్పుడు మనుషులు జెట్ విమానాలలో ప్రపంచం నలుమూలలకీ ప్రయాణిస్తున్నారు.

రాకెట్లు గాల్లో కన్నా శూన్యంలో బాగా పనిచేస్తాయి. మరి అలాంటప్పుడు రాకెట్ గమనానికి ఆధారంగా ఉన్న చర్య-ప్రతిచర్య సూత్రాన్ని ఉపయోగించుకుని భూమి నుండి చంద్రుడి వద్దకు ఎందుకు ప్రయాణించకూడదు?

ఆ భావన మొట్టమొదట క్రీ.శ.1640లో ప్రతిపాదించబడింది. అది న్యూటన్ తన చర్య-ప్రతిచర్య సూత్రాన్ని ప్రపంచానికి చాటడానికి 40 ఏళ్లకి పూర్వం. ఆ ఆలోచన సూచించింది ఫ్రెంచ్ కాల్పనిక వైజ్ఞానిక రచయిత 'సిరానో ద బెర్జెరాక్'.

ఇతగాడు Voyage to the Moon (చంద్రయానం) అనే పుస్తకం రాశాడు. అందులో చంద్రుణ్ణి చేరుకునేందుకు 7 విభిన్న పద్ధతులు సూచించాడు. అందులో 6 అసంభవమైన పద్ధతులే. కాని ఏడవది రాకెట్ పద్ధతి. (ఈ సిరానోకి పొడవాటి ముక్కు ఉండేది. తన ముక్కుని వెక్కిరించే వాళ్లమీద అక్కసు తీర్చుకునేవాడు. అతని మీద ఓ ప్రఖ్యాతి గాంచిన నాటకం కూడా ఉంది. ఈ నాటకం వలన ఇతగాడి ముక్కు గొడవ గురించి, దాని వల్ల వచ్చిన గొడవల గురించి పాఠకులకి తెలిసింది గాని అతడు ఓ కాల్పనిక వైజ్ఞానిక రచయిత అని అందరూ మర్చిపోయారు.)

ఇది జరిగాక మళ్లీ 250 ఏళ్ల తరువాతే రాకెట్ సహాయంతో ఖగోళ యాత్ర గురించి ఓ శాస్త్రవేత్త ప్రస్తావించాడు. ఆ ప్రస్తావన తెచ్చిన వాడు కాంస్టాంటిన్ ఇ సియోల్కోవిస్కీ అనే రష్యన్. ఇతడు పుట్టింది 1857, సెప్టెంబర్ 17న. 9 యేళ్ళ వయసులో చెవిలో పూసిన పుండు మూలంగా ఇంచుమించు చెవిటి వాడైనంత పనయ్యింది. ఇలాంటి అవస్థలో రష్యాలో అప్పటి పరిస్థితుల్లో అతడి చదువు పెద్దగా సాగలేదు.

కాని అతడు తనకి కావలసిన విషయాలన్నీ పుస్తకాలు చదివి తెలుసుకున్నాడు. స్వాధ్యాయం వల్ల అబ్బిన ప్రతిభ కారణంగా అతడు ఎన్నో వినూత్న భావాలని ఊహించగలిగాడు.

1895 నుండి అతడూ వ్యోమనౌకల గురించి రచనలు చేయసాగాడు. సిరానో లాగానే సియోల్కోవిస్కీ కూడా రాకెట్ల చేత చోదింపబడే వ్యోమనౌకలని వర్ణించాడు. అయితే సియోల్కోవిస్కీ రాకెట్లో మందుపాతర వాడాలని అనలేదు. ద్రవ్య ఇంధనాలైన పారాఫిన్ నూనె వంటి వాటి గురించి చెప్పాడు. అటువంటి ఇంధనాలకి మందు పాతర కన్నా అధిక చోదక బలం వుంటుంది. అంతే కాక అవి ద్రవాలు కనుక వాటిని సులభంగా నియంత్రించవచ్చు. ఆ ద్రవం మండే ప్రాంతంలోకి ద్రవం ప్రవేశించే రేటుని నియంత్రిస్తూ ద్రవం మండే రేటుని కూడా వీలుగా నియంత్రించవచ్చు.

ఈ రోజుల్లో మన వాహనాల్లో చాలా మటుకు ద్రవ్య ఇంధనాలనే వాడతాం. ఉదాహరణకి కార్లలోను, విమానాలలోను పెట్రోల్ వాడతాం. అయితే శక్తి పుట్టాలంటే పెట్రోల్ ఆక్సిజన్‌తో కలవాలి. గాలిలో సంచరించే వాహనాలకి ఇది పెద్ద విషయమేమీ కాదు.

కాని వ్యోమంలో, గాలిలేని శూన్యంలో కదిలే వాహనాలకి ఇదంత సులభం కాదు. చుట్టూగాలి ఉండదు కనుక రాకెట్ దానికి కావలసిన ఆక్సిజన్‌ని అది మోసుకుపోవాలి. తక్కువ ఘనపరిమాణంలో ఎక్కువ ఒదిగేలా ఆక్సిజన్‌ని ద్రవ్యరూపంలోకి మార్చి తీసుకుపోవాలి.

సియోల్కోవిస్కీ ఈ విషయాన్ని బాగా అర్థం చేసుకున్నాడు. 1903లో అతడు ఓ వైమానిక పత్రికలో రాకెట్ శాస్త్రానికి సంబంధించి వరసగా కొన్ని వ్యాసాలు రాశాడు. ద్రవ్య ఇంధనాలు, ద్రవ్య ఆక్సిజన్ మొదలైన విషయాలే కాక, వ్యోమదుస్తులు (space suits), రోదసి యొక్క మానవాక్రమణ, మొదలైన ఎన్నో అంశాల గురించి రాశాడు. తన చివరి రోజుల్లో Outside the Earth (భూమికి బాహ్యంగా) అన్న పుస్తకం కూడా రాశాడు.

రాకెట్ పనితీరు గురించి సియోల్కోవిస్కీ విపులంగా సూత్రీకరించినప్పటికీ రాకెట్ నిర్మాణానికి మాత్రం అతడెప్పుడూ పూనుకోలేదు. అతడు 1935లో సెప్టెంబర్ 19న మరణించాడు. సోవియెట్ యూనియన్‌లో అతడికి గొప్ప గౌరవం లభించినా సోవియట్ బయట అతడి పేరు పెద్దగా ఎవరికీ తెలీదు.

4. ద్రవ్య ఇంధనపు రాకెట్లు

ద్రవ్య ఇంధనపు రాకెట్టును నిజంగా నిర్మించిన వ్యక్తి రాబర్ట్ హచ్చింగ్స్ గోడార్డ్ అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త. అతడు అక్టోబర్ 5, 1882లో మసాచుసెట్స్ రాష్ట్రంలోని వోర్సెస్టర్‌లో జన్మించాడు.

చిన్నతనంలో ఇతనికి కాల్పనిక విజ్ఞానం అంటే ఇష్టం ఉండేది. హెచ్.జి.వెల్స్ రాసిన 'War of the Worlds' (విశ్వ ఘర్షణ) పుస్తకం చదివాడు. ఈ పుస్తకం 1898లో అచ్చయ్యింది. అందులో మార్స్ గ్రహం నుండి వచ్చిన ప్రజ్ఞావంతులైన జీవులు భూమి మీద ఎలా దాడి చేసిందీ వర్ణించాడు.

అది చదివిన గోడార్డ్ మనసులో కూడా ఏవో కొత్త ఆలోచనలు మెదలసాగాయి. అతడు కాలేజీలో చదువుకునే రోజుల్లో "1950లో ప్రయాణ సౌకర్యాలు" అనే వ్యాసం రాశాడు. పెద్ద పెద్ద అయస్కాంతాల చేత చోదింపబడుతూ గాలి తీసేసిన సొరంగాల లోంచి దూసుకుపోయే రైళ్లని వర్ణించాడు. అలాంటి రైళ్లు బాస్టన్ నుండి న్యూయార్క్‌కి 10 నిముషాల్లో ప్రయాణిస్తాయని ఊహించాడు. దురదృష్టవశాత్తు 1950కి అటువంటిదేమీ జరగలేదు. అప్పటికీ ఆ రెండు ఊళ్ల మధ్య ప్రయాణించడానికి 4 గంటలు పట్టేది.

మెల్లగా గోడార్డ్ ధ్యాస రాకెట్ల మీదకి మళ్లింది. 1914 నాటికే అతడు రాకెట్లకి సంబంధించి రెండు పేటెంట్లు తీసుకున్నాడు. 1919లో అతడో చిన్న పుస్తకం రాశాడు. 69 పేజీల పుస్తకంలో రాకెట్లు ఎలా పనిచేసేదీ, వాటి సహాయంతో చంద్రుణ్ణి ఎలా చేరుకునేదీ వర్ణించాడు. సియాల్కోవిస్కీ ఆలోచనలకి ఇతడి భావాలకి మధ్య చాలా పోలిక వుంది.

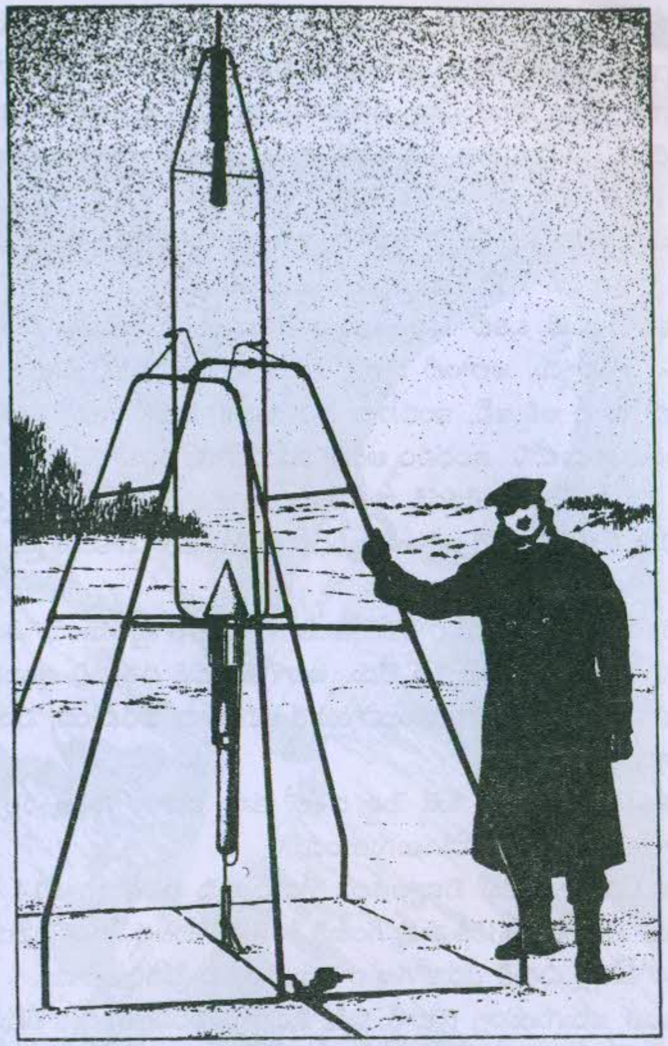
గోడార్డ్ పెట్రోల్ మీద, ద్రవ్య ఆక్సిజన్ మీద పనిచేసే రాకెట్ల నిర్మాణానికి ఉపక్రమించాడు. మార్చి 16, 1926 నాడు ఆబర్న్, మసాచుసెట్స్‌లో ఉండే తన మేనత్త పొలం నుండి తన మొట్ట మొదటి రాకెట్‌ని ప్రయోగించడానికి అంతా సిద్ధం చేశాడు. తన రాకెట్ పక్కన నుంచుని భార్య చేత ఫోటో కూడా తీయించుకున్నాడు. ఆ రోజు చాలా చలిగా వుంది. నేల మీద ఎటు చూసినా మంచు. ఓవర్ కోటు, బూట్లు వేసుకుని ఓ చిన్న వేదికలాంటి దాని పక్కన నించుని కనిపిస్తాడు గోడార్డ్ ఆ ఫోటోలో. ఆ వేదిక మీద ఓ రాకెట్ నిటారుగా నించుని ఉంది. దాని పొడవు 120 సెంటీమీటర్లు, వెడల్పు 15 సెంటీమీటర్లు.

వేడుక చూడడానికి పత్రికా విలేఖరులు ఎవరూ లేరు. అసలు ఎవరూ లేరు. ఎవరికీ పట్టలేదు కూడా. అయినా కూడా గోడార్డ్ "రోదసీ ప్రపంచంలో కొలంబస్" అనిపించుకున్నాడు. రోదసిలోకి పోగల శక్తిసామర్థ్యాలు గల రాకెట్ల కోవకి చెందిన మొట్టమొదటి రాకెట్‌ని ఆ క్షణం అతడు ప్రయోగించబోతున్నాడు.

వత్తికి నిప్పు అంటించాడు గోడార్డ్. రాకెట్ 56 మీటర్ల ఎత్తుకి ఎగిరింది. సెకనుకి 96.5కిలోమీటర్ల వేగాన్ని అందుకుంది. ఇది పెద్ద విశేషమేమీ కాకపోవచ్చు. కాని గోడార్డ్ రూపొందించిన ఇంజన్ పనిచేస్తుందని రూఢి అయ్యింది. ఇక చేయవలసిందల్లా ఇంకా పెద్ద రాకెట్లు నిర్మించడమే.

వాషింగ్టన్‌లో స్మిత్సోనియన్ సంస్థ నుండి ఎలాగోలా కొంత డబ్బు రాబట్టాడు గోడార్డ్. మసాచుసెట్స్‌లో వోర్సెస్టర్‌లో 1929 జులైలో ఇంకా పెద్ద రాకెట్‌ని నిర్మించి సిద్ధం చేశాడు. మొదటి దానికన్నా ఇది ఇంకా వేగంగా ఇంకా ఎత్తుకి వెళ్లింది. ఓ భారమితి, ఓ థర్మామీటరు, ఓ కెమేరా కూడా ఈ రాకెట్ మోసుకెళ్లింది. వాతావరణంలో పై పొరల్లో ఎలా ఉంటుందో పరీక్షించడానికి అలాంటి సాధనాలు మోసుకెళ్ళిన మొదటి రాకెట్ అదే.

అయితే ఇలాంటి విజయాలతో గోడార్డ్ జీవితం సాఫీగా సాగిపోయింది అనడానికి లేదు. ఏదో విడ్డూరం మనిషి అనుకున్నారు అంతా. రాకెట్లో మనిషి చంద్రుణ్ణి చేరుకోగలడు అంటే నవ్వారు. న్యూయార్క్ టైమ్స్ పత్రికలో ఓ సంపాదకీయం ఈ గోడార్డ్‌కి కాస్త పిచ్చని, గాలిలేని ఖాళీ ఖగోళంలో రాకెట్లు పని చెయ్యవని కొట్టి పారేసింది. ఆ సంపాదకీయం బట్టి ఆ రాసిన వాడికి అట్టే తెలీదని, చర్య-ప్రతిచర్యల మధ్య సంబంధం కూడా అతడు ఎరగడని తెలుస్తోంది.



ద్రవ్య ఇంధనంతో రాబర్ట్ గోడార్డ్ ప్రయోగించిన మొదటి రాకెట్టు, 1926

ఇదిలా ఉండగా ఓ సారి గోడార్డ్ ప్రయోగించిన రాకెట్ ఎగరబోయే ముందు పెద్ద శబ్దం చేసింది. ఇరుగు పొరుగు వారు అదేదో బాంబు పేలుడు అనుకుని అగ్నిమాపక దళానికి కబురుపెట్టారు. దాంతో గోడార్డ్ తన రాకెట్ ప్రయోగాలన్నీ నిలుపు చేయాల్సి వచ్చింది.

గోడార్డ్ అదృష్టం బాగుండి చార్లెస్ లిండ్‌బర్గ్ అనే ఓ వైమానికుడు గోడార్డ్ ప్రయోగాల గురించి విన్నాడు. తన పలుకుబడి ఉపయోగించి ఎలాగోలా గోడార్డ్ ప్రయోగాల కోసం కొంత డబ్బు సమకూర్చి ఇచ్చాడు. ఆ డబ్బుతో న్యూమెక్సికో రాష్ట్రంలో ఓ ప్రయోగశాల నిర్మించుకున్నాడు. ఆ ఖాళీ ఎడారి రాష్ట్రంలో తన రాకెట్ల చప్పుడు వల్ల ఇక ఎవరికీ ఇబ్బంది వుండదు.

ఇక్కడ ఇంకా పెద్ద పెద్ద రాకెట్ల నిర్మాణానికి పూనుకున్నాడు. రాకెట్ టెక్నాలజీకి పునాది రాళ్లలాంటి ఎన్నో ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణలు చేశాడు.

ఉదాహరణకి ఒకటి కన్నా ఎక్కువ దశలు ఉండే రాకెట్‌ల వినియోగాన్ని అర్థం చేసుకున్నాడు. అలాంటి రాకెట్లో అడుగుభాగం మొదటి దశ అవుతుంది. అందులో ఉండే ఆక్సిజన్, ఇంధనాల సహాయంతో రాకెట్ గాల్లో ఎంతో ఎత్తుకి పోతుంది. అందులోని ఇంధనం అంతా మండిపోయాక, భారమైన మొదటి దశ రాకెట్ నుండి వేరుపడి కిందకి రాలిపోతుంది. ఇప్పుడు ఆ మొదటి దశ మీద ఉండే రెండవ దశలో ఉండే ఆక్సిజన్, ఇంధనాలు మండుతూ రాకెట్‌ని పైకి తోయడం ఆరంభిస్తాయి.

రెండవ దశ: ఇప్పుడు రాకెట్‌ని ఇంకా వేగంగా తోస్తుంటుంది. ఎందుకంటే బరువైన మొదటి దశ ఇప్పుడిక లేదు. అలాగే రెండవ దశ పని అయిపోయాక, అందులోని ఇంధనం అంతా అయిపోయాక అది కూడా పడిపోయి, మూడవ దశ పని ప్రారంభిస్తుంది.

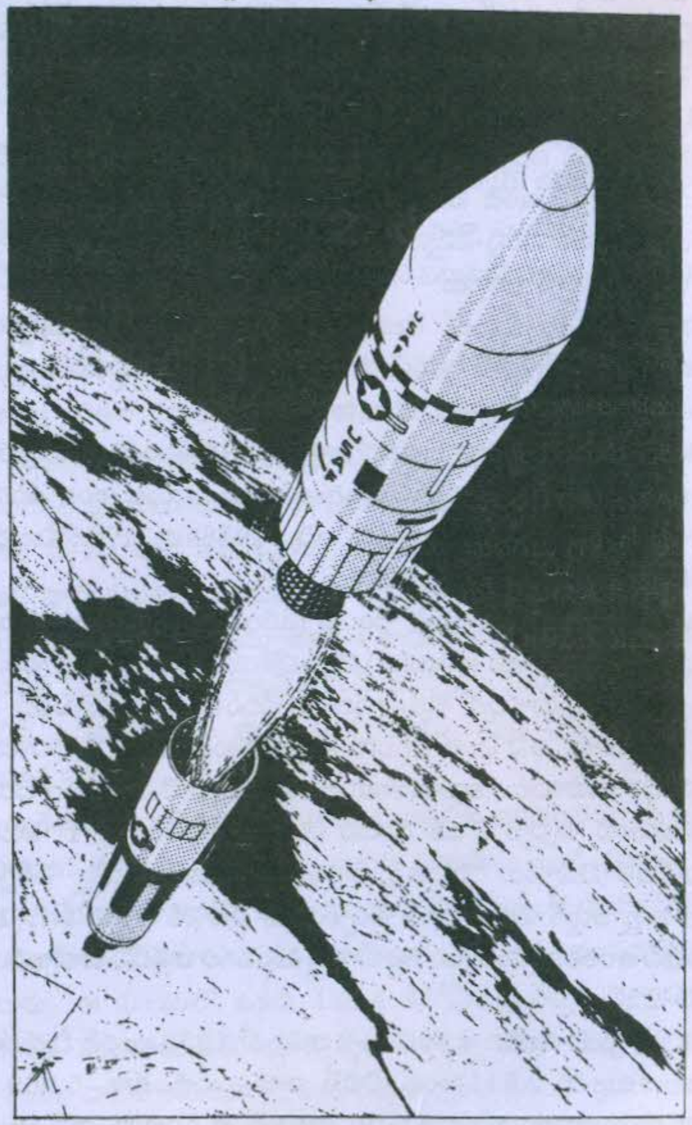
ఈ విధంగా రాకెట్ ఒకే పెద్ద దశలో కన్నా బహుళ దశల వల్ల మరింత వేగంగా, మరింత ఎత్తుకి పోగలుగుతుంది.

ఆ విధంగా రాకెట్ టెక్నాలజీలో గోడార్డ్ కృషి ఫలితంగా 214 పేటెంట్లు వచ్చాయి. 1930కి 1935కి మధ్య గంటకి 885 కిలోమీటర్ల వేగంతో ప్రయాణిస్తూ, 2.4 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి చేరుకోగల రాకెట్లు నిర్మించి ప్రదర్శించాడు.

ఇంత జరుగుతున్నా గోడార్డ్ కృషి పెద్దగా ఎవరినీ ఆకట్టుకోలేదు. అసలు అలాంటి కృషి జరుగుతోందనే ఎవరికీ తెలీదు. అతణ్ణి ప్రోత్సహించడానికి అమెరికన్ ప్రభుత్వం ఏమీ చేయలేదనే చెప్పాలి.

కాని అప్పుడు జర్మనీలో పరిస్థితులు వేరుగా ఉన్నాయి. 1923లో రాకెట్ల మీద హెర్మన్ ఓబెర్త్ రాసిన పుస్తకంతో అక్కడ రాకెట్ యుగం ఆరంభమయ్యింది. ఇతడి భావాలు కూడా సియోల్కోవిస్కీ, గోడార్డ్‌ల భావాలకి ఎంతో సన్నిహితంగా ఉన్నాయి.

1927లో జర్మనీలో "రోదసీయాన సంస్థ" ఒకటి స్థాపించబడింది. దాని ప్రప్రథమ సభ్యులలో 'విల్లీలే' అనే కుర్రవాడు ఉన్నాడు. ఇతగాడు 'వెర్నెర్ ఫాన్ బ్రవున్' అనే మరో యువకుణ్ణి కూడా సంస్థకి పరిచయం చేశాడు.



రెండు దశల రాకెట్లు

ఈ సంస్థ ద్రవ్య ఇంధనపు రాకెట్లు నిర్మించసాగింది. అలాంటి 85 రాకెట్లు నిర్మించి ప్రయోగించింది. వాటిలో ఒకటి ఇంచుమించు 1.5 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి ఎగిరింది. గోడార్డ్‌లో ఒక్కడూ స్వశక్తితో సాధించిన దాంతో పోలిస్తే ఈ సంస్థ సాధించింది తక్కువే. కాని త్వరలోనే ఆ సంస్థకి ఎంతో ముఖ్యమైన సహాయం ఒకటి సమకూరింది.

1933లో అడాల్ఫ్ హిట్లర్ జర్మనీకి అధినేత అయ్యాడు. ఇతడు పరమ కిరాతకుడు. జర్మనీ సంగ్రామ శక్తిని వేయింతలు చేసి ఇరుగు పొరుగు దేశాలని ఆక్రమించుకోవాలని ఇతడి పన్నాగం. రాకెట్లు గొప్ప యుద్ధ సాధనాలని అతడు గ్రహించాడు. కనుక సంస్థ చేస్తున్న కృషికి ఇతడు మద్దతునిస్తున్న రాకెట్ నిర్మాణ కృషికి ఇతడు మద్దతు ఇచ్చాడు.

హిట్లర్ ఉద్దేశం ఏమిటో తెలుసుకన్న విల్లీలే ఏవగింపుతో జర్మనీ వదలి వెళ్లిపోయాడు. వెర్నర్ ఫాన్ బ్రవున్ మిగిలాడు. హిట్లర్ మద్దతునిస్తున్న రాకెట్ నిర్మాణ కృషికి ఇతడు నేతృత్వం వహించాడు.

1936లో జర్మనీ ఈశాన్య భాగంలో బాల్టిక్ సముద్ర తీరంలో రాకెట్ ప్రయోగాల కోసం ఓ రహస్య స్థావరం నిర్మించబడింది. ప్రభుత్వ వనరుల అండ ఉండడంతో వెర్నర్ ఫాన్ బ్రవున్ పని చురుగ్గా సాగింది. 1938కల్లా 17కిలోమీటర్ల ఎత్తు ఎగరగలిగే రాకెట్లు తయారుచేయగలిగాడు.

ఆ తరుపరి ఏడే యూరప్‌లో రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం ఆరంభమయ్యింది. ఫాన్ బ్రవున్ చేత క్షిపణులు (mislies) నిర్మింపజేయాలని హిట్లర్ ఆలోచన. అంటే వందల కిలోమీటర్ల దూరంలో శత్రుస్థావరాలని భేదించగల, మందుగుండు నిండిన రాకెట్లు అన్నమాట. అవి ఎంత వేగంగా కదుల్తాయంటే యుద్ధ విమానాలు గాని, ప్రతివైమానిక తుపాకులు (anti-aircraft guns) గాని వాటిని ధ్వంసం చేయలేవు.

ఇటువంటి అస్త్రాల కోవకి చెందిన మొదటి సాధనం "వి-1" అనబడే ఓ స్వయంచోదిత విమానం. "వి" అన్న అక్షరం vergleitung (దీన్ని 'ఫెర్‌గ్లైటుంగ్' అనాలి) అన్న జర్మన్ పదం నుండి వచ్చింది. ఆ పదానికి అర్థం 'పగ'. 1944కే ఫాన్ బ్రవున్ అంతకన్నా మెరుగైన, శబ్ద వేగాన్ని మించగల రాకెట్‌ని రూపొందించాడు. అదే "వి-2".

జర్మన్లు ప్రయోగించిన 4,300 వి-2 రాకెట్లలో 1230 లండన్ మీద పడ్డాయి. క్షిపణుల దాడులలో 2,511మంది బ్రిటిష్ వారు మరణించగా, 5,869 మంది తీవ్రంగా గాయపడ్డారు. లోకం అదృష్టం బాగుండి ఆ క్షిపణులు కాస్త ఆలస్యంగా రంగప్రవేశం చేశాయి. అవి హిట్లర్‌ని ఆదుకోలేకపోయాయి. రాకెట్లు వచ్చేటప్పటికే

హిట్లర్ పతనం మొదలయ్యింది. అప్పటికే తన చుట్టూ బిగుసుకుంటున్న శత్రుసేనల ఉచ్చునుండి అవి అతణ్ణి తప్పించలేకపోయాయి. 1945 మే 8న జర్మనీ లొంగి పోయింది.

వి-2ల విలయవిహారం అంతా గోడార్డ్ బతికి ఉండగా చూశాడు. ఆగస్టు 10, 1945న అతడు మరణించాడు.

వి-2ల సత్తా ఏమిటో చూసిన అమెరికా, సోవియెట్ దేశాలకి రాకెట్ల మీద ధ్యాస మళ్లింది. ఈ రెండు దేశాల మధ్య ఉండే పరస్పర భయం వల్ల రెండూ వీలయినన్ని అస్త్రశస్త్రాలని సమకూర్చుకోవాలని చూస్తూ వుండేవి. అందుకే రెండు దేశాలు వీలైనంత మంది జర్మన్ రాకెట్ నిపుణులని పట్టుకుని స్వాధీనం చేసుకోవాలని చూశాయి. ఫాన్ బ్రవున్ అమెరికాకి దొరికాడు.

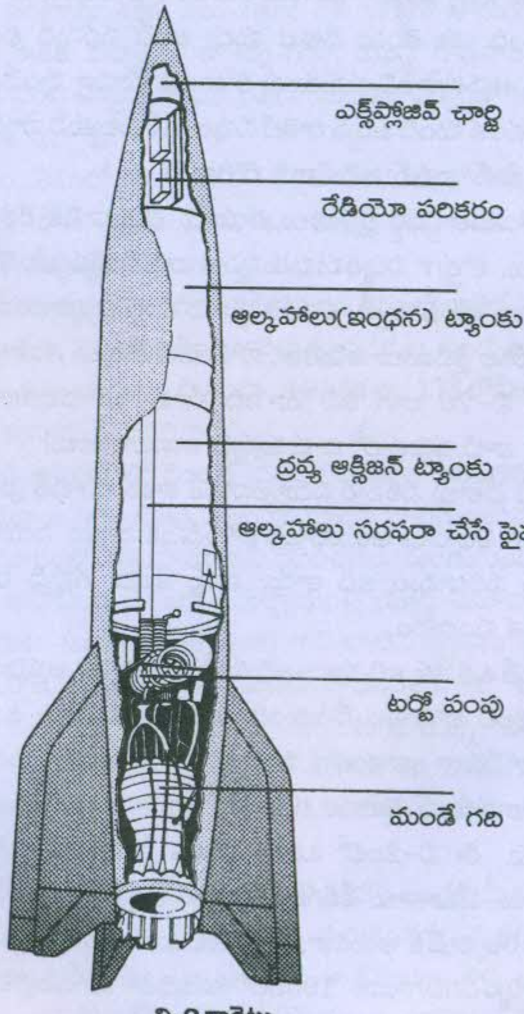
ఇంకా ఇంకా పెద్ద క్షిపణులు తయారు చేయడానికి రెండు దేశాలు ఎంతో శ్రమించాయి. కొత్తగా నిర్మితమవుతున్న ఈ రాకాసి క్షిపణులతో పోల్చితే 1950ల నాటి వి-2లు ఆటబొమ్మలే. చివరికి భూమి మీద ఏ ప్రాంతం మీదైనా గురిపెట్టి ప్రయోగించగల క్షిపణులు అమెరికా, సోవియెట్ దేశాలు తయారు చేయగలిగాయి. అంతేకాదు వి-2ల లాగ ఇవి మోసేది మామూలు చవుకబారు మందుగుండు కాదు. ఇవి వాటి కడుపులో దాచుకున్నది అణుబాంబులు!

రెండు దేశాలు పరస్పర నిర్మూలనానికే కాదు యావత్ ప్రపంచ వినాశనానికి కావలసినంత విధ్వంసక ఆయుధాలని పోగుచేసుకున్నాయి. సియోల్కోవిస్కీ, గోడార్డ్‌లు ఊహించిన పరిణామం ఇది కాదు. వాళ్లు కలలు గన్నది రాకెట్ల సహాయంతో అనంతాకాశ సంచారం.

అయితే ఒక పక్క అది కూడా జరుగుతోంది. జర్మనీని ఆక్రమించినప్పుడు అమెరికా ఎన్నో వి-2లని హస్తగతం చేసుకుంది. వాటిని మనుషులు ఉండే నగరాల మీదకి వదలకుండా నేరుగా ఆకాశంలోకి వదిలారు. ఈ వి-2లలో మందుగుండు సామానుకి బదులు వాతావరణపు పైపొరల గురించి సమాచారం రాబట్టగల మాపన సాధనాలు పంపించారు. ఈ వి-2లలో ఒకటి 183.4 కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి వెళ్ల గలిగింది. గాలిబుడగలు, విమానాలు చేరగల అత్యున్నత ఎత్తుకన్నా ఇది 4 రెట్లు ఎక్కువ.

1950ల నాటికి అమెరికా, సోవియెట్‌లు అత్యంత వేగంతో ప్రయాణించగల రాకెట్లు నిర్మించగలిగాయి. 1955లో అమెరికా ఓ ఉపగ్రహాన్ని కక్ష్యలో పెట్ట బోతున్నట్టు చాటింది. సోవియెట్ కూడా అదే విధంగా చాటుకుంది.

ఈ పోటీలో అమెరికాయే ముందు ఉంటుంది అని అనుకున్న అమెరికన్లకి నిరాశే ఎదురయ్యింది. అక్టోబర్ 4, 1957లో సోవియెట్ మొట్టమొదటి కృత్రిమ ఉపగ్రహాన్ని పంపించింది. సియోల్కోవిస్కీ జన్మదినం అయిన సెప్టెంబర్ 17న, అతడి శతవార్షికోత్సవ సందర్భంగా ఉపగ్రహాన్ని పంపించాలని సోవియెట్ తలపెట్టింది. కాని కొంచెం ఆలస్యం అయ్యింది. ఆ విధంగా అక్టోబర్ 4, 1957 రోదసీ యుగానికి నాంది అయ్యింది.

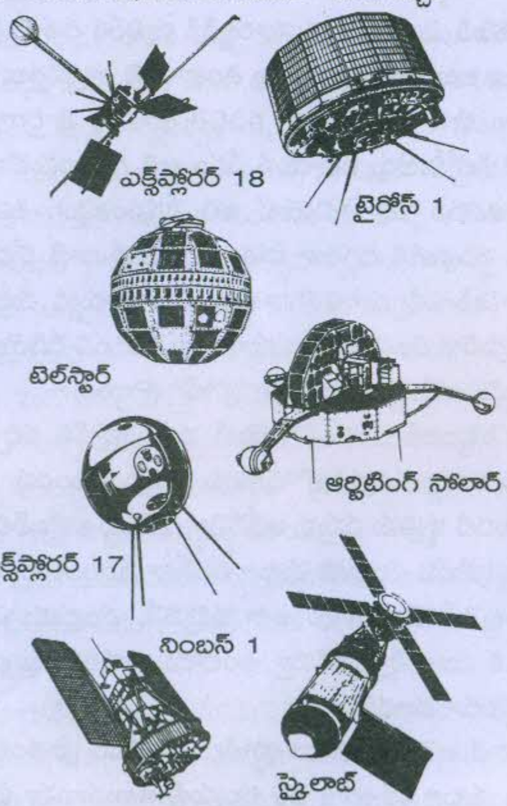


వి-2 రాకెట్టు

త్వరలోనే అమెరికా కూడా తన స్వంత ఉపగ్రహాలని పంపించడం ఆరంభించింది. 1958 జనవరి 31న ఫాన్ బ్రవున్ మొట్టమొదటి అమెరికన్ ఉపగ్రహాన్ని కక్ష్యలో పెట్టగలిగాడు. క్రమంగా ఎన్నో దేశాలు వందల కొద్దీ ఉపగ్రహాలని రోదసిలోకి పంపించాయి.

ఈ ఉపగ్రహాలు భూమి మీద పరిస్థితులని కనిపెడుతూ ఉంటాయి. కొన్ని ఉపగ్రహాలు ఆకాశం నుండి భూమిని ఫోటోలు తీస్తాయి. ఆ విధంగా శాస్త్రవేత్తలు మేఘాల ఆకారాల బట్టి వాతావరణ పరిణామాలని అంచనా వేయగలరు. హరికేన్ల పుట్టుక పరిణామాలని నిశితంగా గమనించగలరు.

మరికొన్ని ఉపగ్రహాలు భూమి మీద ఓ స్థానం నుండి వచ్చిన సమాచారాన్ని మరో స్థానానికి రిలే చేయగలవు. ఆ విధంగా భూమి మీద ఒక చోట ఉండే జనం ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జరిగే సంఘటనలని టీవీలో చూడొచ్చు.



ఆధునిక ఉపగ్రహాలు

కక్ష్యలో ఉపగ్రహం ఎలా కదులుతుంది అన్నదాని బట్టి భూమి మీద వివిధ ప్రాంతాల్లో గురుత్వాకర్షణ ఎలా మారుతుందో అధ్యయనం చేయొచ్చు. ఆ విధంగా భూమి ఆకృతిని ఇంకా కచ్చితంగా గీయవచ్చు!

కొన్ని ఉపగ్రహాలు వాతావరణపు పైపొరలలోకి చొరబడలేని కిరణాల గురించి సమాచారం రాబట్టగలవు. ఆ కిరణాలు వాయుమండలాన్ని చేరుకోబోయేముందే ఇవి గుర్తుపట్టగలవు. సూర్యుడి నుండి, రోదసిలో ఇతర ప్రాంతాల నుండి వచ్చే కిరణాలని ఇవి గుర్తిస్తాయి. ఆ విధంగా రోదసి గురించి, విశ్వాన్ని గురించి ఎన్నో విషయాలు తెలిశాయి.

కొన్ని ఉపగ్రహాలు వాయుమండలానికి ఎంతో ఎత్తున విద్యుదావేశం గల అణురాశులని గుర్తించాయి. అలాంటి అణురాశుల వలయాలు భూమి చుట్టూ వున్నట్టు తెలిసింది. వీటికే 'వాన్ అలెన్ కిరణ వలయాలు' అని పేరు పెట్టారు. ఈ వలయాలు భూమికి ఎంతో ఎత్తున సూర్యుడికి వ్యతిరేక దిశలో తోకలా విస్తరించి ఉన్నాయి. అసలు అటువంటి వలయాలు ఉంటాయని శాస్త్రవేత్తలు ఊహించనేలేదు.

ఉపగ్రహం మరి కాస్త వేగంగా కదిలితే భూమిని పూర్తిగా వదిలిపోతుంది. సెకనుకి 11.2 కిలోమీటర్లు పలాయన వేగం అని గుర్తుంచుకోవాలి.

1959, జనవరి 2న సోవియెట్ అతి వేగవంతమైన ఉపగ్రహాన్ని ప్రయోగించింది. అది చంద్రుడికి దగ్గరిగా పోతూ, చంద్రుణ్ణి దాటి రోదసిలోకి చొచ్చుకు పోయింది. భూమికి ఎప్పుడూ తిరగిరాలేదు. అది సూర్యుడి చుట్టూ కక్ష్యలోకి ప్రవేశించింది. చంద్రుడి గురించి ఎంతో సమాచారం సేకరించి రేడియో ద్వారా భూమికి ప్రసారం చేసింది. అదే మొట్ట మొదటి "ప్రోబ్" (Probe).

1959, సెప్టెంబర్ 12న సోవియెట్ మరో ప్రోబ్‌ని కచ్చితంగా గురిపెట్టి వదిలింది, అది సరిగ్గా చంద్రునితో ఢీకొంది. మరో ప్రపంచపు ఉపరితలం మీద రాలిన మొట్టమొదటి కృత్రిమ వస్తువు అదేనేమో. 1959, అక్టోబర్‌లో మళ్లీ సోవియెట్లే కెమేరాలు ఉన్న ప్రోబ్‌ని చంద్రుడి చుట్టూ తిరిగేలా పంపించారు. చంద్రుడి యొక్క ఆవలివైపు మొట్టమొదటి చిత్రాలు అలా వచ్చినవే. చంద్రుడు ఎప్పుడూ భూమికి తన యొక్క ఒక ముఖాన్నే చూపిస్తూ ఉంటాడు. అవతలి ముఖాన్ని అంతవరకు భూమి మీద ఎవరూ చూడలేదు.

ఆ తరువాత అమెరికా కూడా ప్రోబ్‌లు పంపడం ప్రారంభించింది. వీటిలో కొన్ని చంద్రుడి చుట్టూ కక్ష్యలోకి వెళ్లి చంద్రుణ్ణి అణువణువూ ఫోటోలు తీశాయి.

కొన్ని ప్రోబ్‌లు చంద్రగ్రహం మీద బద్దలైపోకుండా సున్నితంగా దిగగలిగాయి. చంద్రుడి ఉపరితలాన్ని చాలా సన్నిహితంగా చిత్రాలు తీయగలిగాయి. చంద్రుడి ఉపరితలంలో ఉండే మట్టి రసాయనిక లక్షణాలని తెలుసుకునే వీలయ్యింది. అమెరికన్లు, రష్యన్లు ఇవన్నీ సాధించినా కాలక్రమేణా అమెరికన్లకి ఇంకా ఇంకా మెరుగైన ఫలితాలు రాసాగాయి.

కొన్ని ప్రోబ్‌లు ఇంకా దూరం వెళ్లాయి. కొన్ని అమెరికన్ ప్రోబ్‌లు వీనస్ (శుక్ర) గ్రహం దరిదాపుల నుండి ఆ గ్రహంలో పరిస్థితులని పరిశీలించాయి. అనుకున్న దాని కన్నా వీనస్ ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువ అని తెలిసింది. మరికొన్ని అమెరికన్ ప్రోబ్‌లు మార్స్ (కుజుడు లేక అంగారక గ్రహాని)కి, మెర్క్యురీ (బుధ గ్రహాని)కి ప్రయాణించాయి. అక్కణ్ణించి ఎన్నో ఫోటోలు పంపాయి. ఆ ఫోటోల సహాయంతో ఆ గ్రహాల ఉపరితలం గురించి కచ్చితమైన పటాలు తయారు చేయడానికి వీలయ్యింది.

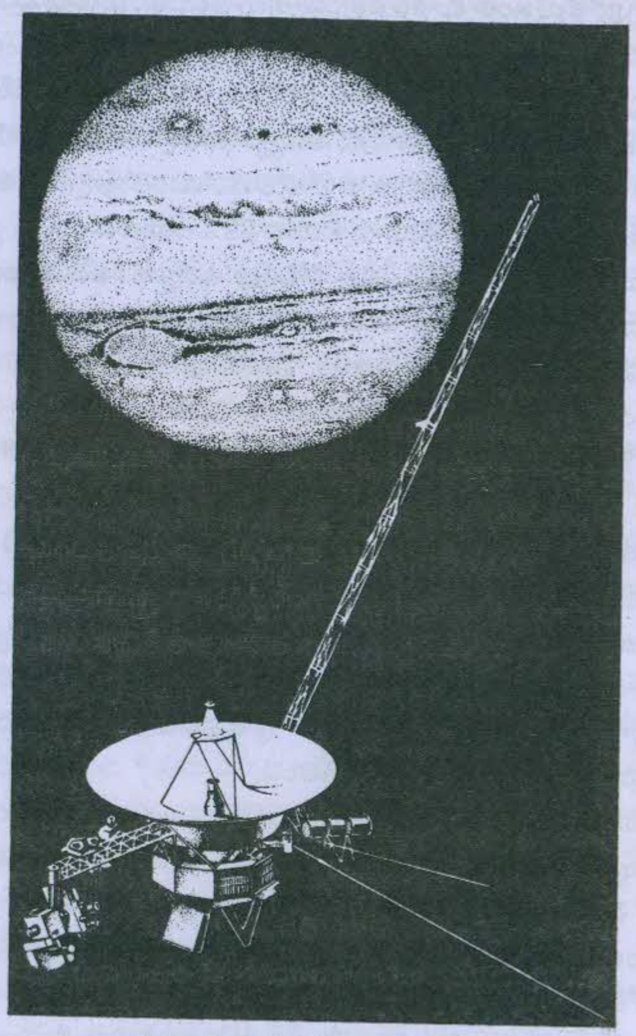
మెర్క్యురీకి చంద్రగ్రహానికి ఎన్నో పోలికలు ఉన్నాయి. అదే విధంగా మార్స్ మీద కూడా చంద్రగ్రహం మీద ఉండే లాంటి ఉల్కాబిలాలు (craters) ఉన్నాయి. మార్స్ ఉపరితలం మీద అగ్నిపర్వతాలు, మహాలోయలు (canyons) ఉన్నాయి. అలాగే ఎండిపోయిన నదులని (river beds) సూచించే గుర్తులు కూడా ఉన్నాయి.

1970లలోను, 1980ల ఆరంభంలోను మరికొన్ని అమెరికన్ ప్రోబ్‌లు పెద్ద గ్రహాలైన జూపిటర్ (గురుడు లేక బృహస్పతి), సాటర్న్ (శని) గ్రహాలని దాటిపోయాయి. ఆ గ్రహాల ఉపగ్రహాల ఫోటోలు తీశాయి. ఎక్కడ చూసినా ఉల్కాబిలాలు కనిపించాయి. జూపిటర్ ఉపగ్రహమైన కాలిస్టో నునుపైన మంచుతో కప్పబడి ఉంది. మరో ఉపగ్రహమైన అయో మీద ఎన్నో సక్రియమైన అగ్నిపర్వతాలు కనిపించాయి. సాటర్న్ ఉపగ్రహమైన టైటన్ వాతావరణమంతా నత్రజని మయమై ఉంది. సాటర్న్ చుట్టూ ఉండే వలయాలలో ప్రతీ వలయం (ring) లోను మరెన్నో ఉపవలయాలు (sub rings) ఉన్నట్టు తేలింది.

అమెరికా పురోగమించినంతగా రష్యన్ ప్రోబ్‌లు విజయవంతం కాలేదు. అయితే కొన్ని రష్యన్ ప్రోబ్‌లు ఏకంగా వీనస్ మీద దిగి అక్కడి పీడనాలని, ఉష్ణోగ్రతను నమోదు చేశాయి.

అంతా బాగానే ఉంది గాని మనిషిని కక్ష్యలో పెట్టడం సాధ్యమా? మనుషుల్ని రోదసిలోకి పంపగలమా? వేల ఏళ్ళుగా రచయితలు, మనుషులు రోదసిలో ప్రయాణిస్తు న్నట్టుగా ఊహాగానాలు చేస్తూ వచ్చారు. అది నిజంగా సంభవమేనా?

సాధ్యం కాదనడానికి బలమైన కారణాలేవీ లేవు. అమెరికా, సోవియెట్‌లు రెండూ జంతువులని పంపించి చూశాయి. నవంబరు 3, 1957లో ప్రయోగించబడ్డ రెండవ ఉపగ్రహంలో ఓ సజీవమైన కుక్కని పంపారు. కాని దాన్ని తిరిగి భూమికి తెప్పించే మార్గం లేకపోవడం చేత బాధలేకుండా విషం వలన చనిపోయే ఏర్పాటు చేశారు.



గురుగ్రహాన్ని సమీపిస్తున్న వాయేజర్ 1

తదనంతరం జంతువులని రోదసిలోకి పంపి సురక్షితంగా భూమికి తిరిగి వచ్చేట్టు చేశారు. రెండు దేశాలు వ్యోమయానం కోసం మనుషులకి తర్ఫీదు ప్రారంభించాయి. వీరిని అమెరికాలో ఆస్ట్రోనాట్‌లు అనేవారు. రష్యాలో వీరిని కాస్మోనాట్‌లు అనేవారు.

మానవుణ్ణి మొట్టమొదట కక్ష్యలో పెట్టిన ఘనత సోవియెట్‌కే దక్కింది. 1961 ఏప్రిల్ 12నాడు సోవియెట్ కాస్మోనాట్ యూరీ గగారిన్‌ని కక్ష్యలో పెట్టి, భూమిని ఓసారి చుట్టించి, తిరిగి భద్రంగా భూమికి తీసుకువచ్చారు. రోదసిలోకి ప్రవేశించిన మొదటి మనిషి గగారిన్. (ఇది జరిగిన ఏడేళ్లకి అతడు విమాన ప్రమాదంలో మరణించాడు.)

రోదసిలో ప్రయాణించిన మొదటి అమెరికన్ జాన్ హెచ్. గ్లెన్. ఇతడి యానం 1962 ఫిబ్రవరి 20న జరిగింది. ఇతడు భూమి చుట్టూ మూడుసార్లు ప్రదక్షిణ చేసి భద్రంగా భూమికి తిరగి వచ్చాడు.

తదుపరి సంవత్సరాలలో అమెరికా, రష్యాలు ఇంకా ఇంకా విశిష్టమైన, మనుషుల్ని మోయగల ఉపగ్రహాలని తయారుచేస్తూ వచ్చారు. కొన్నిట్లో ఇద్దరు, మరికొన్నిట్లో ముగ్గురు కూడా ప్రయాణించారు. 1963 జూన్ 13న ఓ సోవియెట్ ఉపగ్రహంలో ఓ స్త్రీ ప్రయాణించింది.

రోదసిలో మనుషులు ఇంకా ఇంకా దీర్ఘకాలం గడుపుతూ వచ్చారు. ఆదిలో గంటలు, తరువాత రోజులు, వారాలు కూడా గడుపుతూ వచ్చారు. 1975లో ముగ్గురు ఆస్ట్రోనాట్‌లు రోదసిలో ఉన్న స్కైలాబ్ అనే స్పేస్ స్టేషన్ వరకు రాకెట్లో వెళ్లి అక్కడ మూడు నెలల పాటు ఉండి భద్రంగా తిరిగి వచ్చారు.

1960లలో ఉపగ్రహాలు ఒకవిధమైన రాకెట్ ఓడల్లా తయారయ్యాయి. వాటిని బయటి నుండి నియంత్రిస్తూ కక్ష్యలో పెట్టి తిరిగి తెచ్చెయ్యడం కాదు. అందులో ప్రయాణించే మనుషులే వాటిని నడిపేవారు. కదులుతున్న రెండు ఉపగ్రహాలని సంధించగలిగే వారు. ఒక ఉపగ్రహం నుండి మరో ఉపగ్రహానికి మనుషులు మారగలిగేవారు. స్పేస్ సూట్‌లు ధరించి, వ్యోమంలో వ్యాహ్యాళికి వెళ్ళి తిరిగి రాగలిగేవారు.

ఇలాంటి ప్రయోగాలలో అమెరికన్లకి, రష్యన్లకి మధ్య తేడా పెరుగుతూ వచ్చింది. 1970 లోపల అమెరికన్లు అపోలో రాకెట్ల సహాయంతో చంద్రుణ్ణి చేరుకోవాలని తలపెట్టారు.

అయితే ప్రమాదం జరగకుండా ఆ ప్రయత్నం ఫలించలేదు. 1967 జనవరి 27న నేల మీదే అపోలో కాప్సూల్‌లో పరీక్షలు జరుపుతుండగా ముగ్గురు అమెరికన్ ఆస్ట్రోనాట్‌లు అగ్నిప్రమాదంలో దుర్మరణం పాలయ్యారు. చంద్రయానం వాయిదా వేయబడింది. అగ్ని ప్రమాదం జరిగే అవకాశం లేకుండా ఉండే రాకెట్ల రూపకల్పనలో నిపుణులు నిమగ్నులయ్యారు.

సోవియట్లకీ కష్టాలు తప్పలేదు. 1967 ఏప్రిల్‌లో ఓ కాస్మోనాట్ భూమికి తిరిగి వస్తుండగా ప్రమాదంలో మరణించాడు.

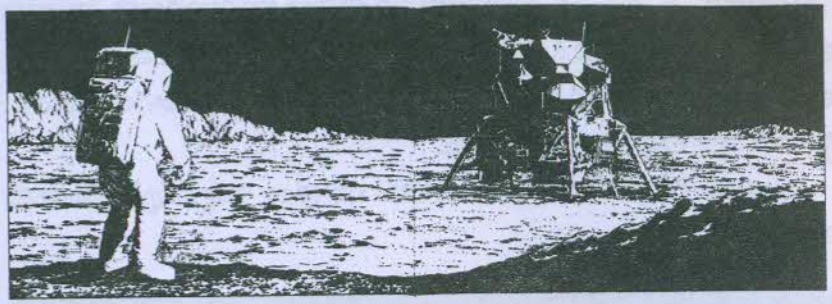
కాని అమెరికన్ల కృషి ఆగలేదు. 1968 డిసెంబర్‌లో అపోలో రాకెట్ల మీద పని చేసే ఓ వ్యోమనౌక చంద్రుణ్ణి సమీపించి 112 కిలోమీటర్ల ఎత్తులో చంద్రుడి చుట్టూ 10సార్లు ప్రదిక్షణ చేసి భద్రంగా భూమికి తిరిగి వచ్చింది.

చంద్రుడికి సన్నిహితంగా మరికొన్ని సార్లు వెళ్ళారు. చివరికి 1969 జులైలో అపోలో 11 రాకెట్ ముగ్గురు మనుషులతో చంద్రుడి వద్దకి బయలుదేరింది. వారిలో ఒక వ్యక్తి చంద్రుడి చుట్టూ ప్రదక్షిణ చేస్తూ ఉండిపోయాడు. తక్కిన ఇద్దరూ వ్యోమనౌకలో ఒకభాగంలో ప్రయాణిస్తూ చంద్రుడి మీద దిగారు. 1969 జులై 20న నీల్ ఆర్మ్‌స్ట్రాంగ్ మరో ప్రపంచం మీద కాలు మోపిన మొట్టమొదటి మనిషి అయ్యాడు. అతడు చంద్రుడి మీద పాదం మోపబోతూ అన్న మాటలివి – "మనిషికి ఓ చిన్న అడుగు, మానవజాతికి ముందడుగు."

అది జరిగిన పర్వదినం నుండి ఎన్నో అపోలో నౌకలు చంద్రుడి మీద దిగాయి. వాటిలో ప్రతీ ఒక్కటి దాని ముందు దాని కన్నా ఎక్కువ సేపు చంద్రుడి మీద నిలిచాయి. వాటిలోని సిబ్బంది అక్కడి పరిస్థితులని పరీక్షిస్తూ, ప్రయోగాలు చేస్తూ గడిపారు. ప్రతీ నౌక అందులోని సిబ్బందితో, చంద్రుడి నుండి మట్టితో, రాళ్లతో సురక్షితంగా భూమికి తిరిగి వచ్చింది.

సోవియెట్లు చంద్రుడి మీదకి మనుషుల్ని పంపలేదు. కాని యంత్రాలని పంపి అక్కణ్ణుంచి మట్టిని తెప్పించుకున్నారు. అలాగే స్వయంచోదితమైన కార్లని కూడా చంద్రుడి మీద దింపారు. అవి చంద్రుడి ఉపరితలం మీద కొన్ని వారాల పాటు సంచరించి ఎంతో సమాచారాన్ని భూమికి ప్రసారం చేశాయి.

చివరి అపోలో యాత్ర డిసెంబర్ 1972లో జరిగింది. అమెరికాలో చంద్రుడి పట్ల మోజు తగ్గింది. చంద్రుడి వద్దకు మనుషుల్ని పంపే ఉద్దేశం లేకపోయినా ఇతర రకాల రోదసీ పరిశోధనలు సాగుతూనే ఉన్నాయి.



చంద్రునిపై దిగే వాహనం

అంటే ఇక మనుషులు రోదసిలో ప్రయాణించలేరనా?

ససేమిరా కాదు. 1974లో ప్రిన్స్టన్ విశ్వవిద్యాలయంలో జెరాల్డ్ పి.ఓనీల్ అనే నిపుణుడు మనుషులు రోదసిలో పట్టణాలు నిర్మించగలరని అన్నాడు. చంద్రుడి మీద గని తవ్వకాలు నిర్వహించి చంద్రుడి చుట్టూ కక్ష్యలో తిరిగే పట్టణాల్లాంటి మహానౌకలు – గాజుతో చేసినవి, లోహంతో చేసినవి, గోళాకారంలో, 'గారె' ఆకారంలో ఉన్నవి – నిర్మించవచ్చని జోస్యం చెప్పాడు. అటువంటి రోదసి నగరాలలో వేలమంది, కోట్లమంది జీవించవచ్చని చెప్పాడు.

ఆ నగరాలలో జీవించే మనుషులు సూర్యరశ్మిని గ్రహించగలిగే పెద్ద పెద్ద సాధనాలు చేసి అలా సేకరించిన సూర్యరశ్మిని భూమి మీదకి ప్రసరించగలరట. అలా అందిన శక్తితో భూమిమీద చమురు, బొగ్గు మొదలైన ఇంధనాలన్నీ హరించుకుపోయినా మనుషులు జీవించగలరని చెప్పాడు.

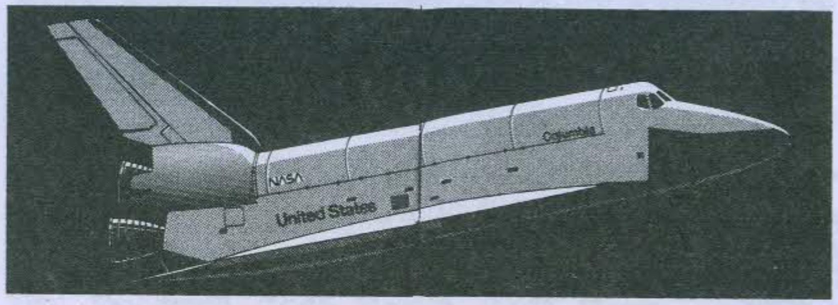
నిజంగా ఇదంత అయ్యేపనేనా? కాదని చాలామంది అంటారు. కొద్ది కాలం క్రితమే చంద్రుడి మీద నడక వట్టి పగటి కల అని నవ్విన వాళ్లు ఇలాంటి వాళ్లే.

రోదసీ ప్రయాణంలో అత్యంత ఆశాదాయకమైన పరిణామం అమెరికన్ స్పేస్ షటిల్ కార్యక్రమం. 1980లో డిసెంబర్ 29న మొట్టమొదటి స్పేస్ షటిల్ భద్రంగా నింగికి ఎగిసి, భూమి చుట్టూ మూడుసార్లు ప్రదక్షిణ చేసి, భూమి మీద దిగింది.

మొట్టమొదటిసారిగా ఓ వ్యోమనౌక రోదసి నుండి తిరిగొచ్చి ఓ విమానంలా నేల మీద దిగి, మళ్లీ యాత్రకి సిద్ధంగా నిలిచింది.

భవిష్యత్తులో ఇటువంటి షటిళ్లు ఉపగ్రహాలని మోసుకెళ్లి కక్ష్యలో పెట్టగలుగుతాయి. పెద్ద పెద్ద వ్యోమనౌకల విడి భాగాలు అంచెలంచెలుగా మోసుకెళ్ళి కక్ష్యలో తిరుగుతూ వాటిని ఓ సమగ్ర నౌకగా పేర్చగలుగుతాయి. తరువాత ఇంజినీర్లు కూడా వెనుకే వెళ్లి అలాంటి విడి భాగాలని పవర్ స్టేషన్లుగాను, ప్రయోగశాలలుగాను, స్థిరనివాసాలుగాను కూర్చగలుగుతారు.

అసలు రోదసిలో మానవుల సాహస యాత్రలు ఇప్పుడిప్పుడే మొదలవుతున్నాయేమో.



అమెరికా స్పేస్ షటిల్ - కొలంబియా, 1980

ఐజాక్ అసిమోవ్

రాసిన

'ఎలా తెలుసుకున్నాం'

32 పుస్తకాలు చదవండి !!

ISBN 978-81-904518-1-9